

BEST AVAILABLE COPY

JPW

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE



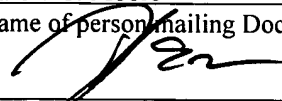
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as first class mail in an envelope addressed to:
Commissioner for Patents, P.O. Box 1450,
Alexandria, VA 22313-1450 on June 2, 2005

(Date of Deposit)

Harold C. Moore

Name of person mailing Document or Fee


Signature

June 2, 2005

Date of Signature

Re:	Application of:	Franssch et al.
	Serial No.:	10/820,652
	Filed:	April 8, 2004
	For:	Method for Producing a Protective Cover for a Device
	Group Art Unit:	2891
	Confirmation No.:	8500
	Examiner:	Chandra P. Chaudhari
	Our Docket No.:	1890-0077

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

Please find for filing in connection with the above patent application a certified copy of the priority document, Certified Copy of German Application Number 103 16 776.5.

Please charge any fee deficiency or credit any overpayment to Deposit Account
No. 13-0014.

Respectfully submitted,

A handwritten signature in black ink, appearing to be "H. C. Moore", written over a horizontal line.

June 2, 2005

Harold C. Moore
Registration No. 37,892
Maginot, Moore & Beck
Bank One Center/Tower
111 Monument Circle, Suite 3000
Indianapolis, IN 46204-5115

Enclosures



CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 103 16 776.5

Anmeldetag: 11. April 2003

Anmelder/Inhaber: Infineon Technologies AG,
81669 München/DE

Bezeichnung: Verfahren zum Erzeugen einer Schutzabdeckung
für ein Bauelement

IPC: H 01 L, B 81 B, B 81 C

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 22. April 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Faust

Patentanwälte · Postfach 246 · 82043 Pullach bei München

Infineon Technologies AG
St.-Martin-Straße 53

81669 München

PATENTANWÄLTE

European Patent Attorneys
European Trademark Attorneys

Fritz Schoppe, Dipl.-Ing.
Tankred Zimmermann, Dipl.-Ing.
Ferdinand Stöckeler, Dipl.-Ing.
Franz Zinkler, Dipl.-Ing.

Telefon/Telephone 089/790445-0
Telefax/Facsimile 089/790 22 15
Telefax/Facsimile 089/74996977

e-mail: szsz_iplaw@t-online.de

Verfahren zum Erzeugen einer Schutzabdeckung für ein Bauelement

Beschreibung

Verfahren zum Erzeugen einer Schutzabdeckung für ein Bauelement

5

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Erzeugen einer Schutzabdeckung für ein Bauelement, und insbesondere auf die Erzeugung einer Schutzabdeckung für Bauelemente, die Bereiche enthalten, deren Funktion durch Spritzgussgehäuse beeinträchtigt würde, wie beispielsweise BAW-Filter (BAW = bulk acoustic wave = akustische Volumenwelle), SAW-Filter (SAW = surface acoustic wave = akustische Oberflächenwelle), Resonatoren, Sensoren und/oder Aktoren. Insbesondere bezieht sich die vorliegende Erfindung auf ein Verfahren zum Erzeugen einer solchen Schutzabdeckung für die Bauelemente auf Waferebene.

Herkömmlicherweise werden Bauelemente auf und/oder in einem Substrat erzeugt, wobei nach Fertigstellung des Bauelementes das Substrat, welches das Bauelement umfasst, in einem Spritzgussgehäuse geschützt angeordnet wird. Bei dieser Anordnung sind das Substrat und das Bauelement zumindest im Bereich des Bauelementes vollständig in das Material des Spritzgussgehäuses eingebettet. Diese Vorgehensweise ist für Bauelemente nachteilhaft, deren Funktion durch das Material des Spritzgussgehäuses beeinträchtigt wird, die also für eine ordnungsgemäße Funktionsfähigkeit einen Freiraum benötigen, wie dies beispielsweise bei den oben genannten BAW-Filtern, SAW-Filtern, Resonatoren, Sensoren und Aktoren erforderlich ist.

30

Ein Ansatz, der im Stand der Technik bekannt ist, um diese Problematik in Spritzgussgehäusen zu lösen, besteht darin, ein „Gegensubstrat“ vorzusehen, in das eine entsprechende Öffnung eingebracht ist, so dass beim Zusammenfügen des Bauelements substrats und des Gehäusesubstrats der Hohlraum im Bereich des Bauelements in dem Bauelements substrat angeordnet ist, so dass hier keine Beeinträchtigung der Funktionalität des Bauelements mehr auftritt. Auf Waferebene wird entsprechend ein Wafer mit

35

den entsprechenden Strukturen für die Bauelemente erzeugt (Systemwafer), der mit einem zweiten Wafer (Deckelwafer), der entsprechende Gruben und Löcher aufweist, die beispielsweise durch Ätzen desselben hergestellt wurden, verbunden wird, zum
5 Beispiel durch einen Bondvorgang. Auf diese Art und Weise werden die Gruben des zweiten Wafers zu Hohlräumen über den empfindlichen Strukturen des ersten Wafers, wobei durch die Löcher im zweiten Wafer die Anschlussstellen (Kontaktpads) des ersten Wafers zugänglich sind. Hierdurch werden die empfindli-
10 chen Strukturen geschützt.

Alternativ zu den gerade beschriebenen Vorgehensweisen kann auch ein Keramikgehäuse verwendet werden.

15 Der Nachteil dieser Lösung besteht darin, dass hier stets ein zweites Substrat bzw. ein zweiter Wafer zu strukturieren ist, was eine von dem ersten Wafer getrennte Prozessierung und Bearbeitung erforderlich macht. Dies führt zu einer sehr aufwendigen und kostenintensiven Gesamtherstellung und erhöht ferner
20 die Anforderungen hinsichtlich der erforderlichen Prozessgenauigkeit. Ein weiterer Nachteil der Vorgehensweise besteht darin, dass bei der Verbindung des Deckelwafers mit dem Systemwafer zusätzlicher Druck und Temperatur angewendet werden müssen, und dass die Anforderungen an die Oberflächenqualität und -reinheit dementsprechend hoch sind. Ein weiterer,
25 noch schwerwiegenderer Nachteil besteht darin, dass während dieses Bondprozesses die mikromechanischen Strukturen schon freiliegen, so dass hier ein zusätzliches Ausbeuterisiko existiert.

30

In der nachveröffentlichten deutschen Patentanmeldung DE 102 00 869 A wird ein alternatives Verfahren beschrieben, welches eine Opferschicht und eine durch ein Photoresist gebildetes Abdeckungselement beschreibt. Die Opferschicht wird
35 in einem Bereich des Substrats, in dem das Bauelement gebildet ist, gebildet, in dem später der Hohlraum zu erzeugen ist. Über die Opferschicht wird eine Photoresistschicht aufgebracht, in die Löcher eingebracht werden, um die Opferschicht im Be-

reich der Löcher freizulegen. Anschließend wird die Opfer-
schicht durch geeignete Maßnahmen entfernt und die Löcher in
der Photoresistschicht werden verschlossen. Der Nachteil die-
ser Vorgehensweise ist in dem Erzeugen eines ungleichmäßigen
5 Höhenprofils über den Waferquerschnitt, d.h. einer nicht-
planaren Waferoberfläche zu sehen, was aus dem Prozessieren
der einzelnen Schutzabdeckungen über den Bauelementen resul-
tiert. Dieses ungleichmäßige Höhenprofil über den Wafer-
querschnitt hat zur Folge, dass nachfolgende Prozessschritte
10 erschwert werden. Dies gilt insbesondere für Verfahren, die
auf ebenen Flächen besonders gute Eigenschaften aufweisen, wie
beispielsweise Druckverfahren. Da kostengünstige Druckverfah-
ren, beispielsweise das Siebdruckverfahren, oftmals zum Auf-
bringen von Kontaktstellen in der Halbleiterfertigung einge-
15 setzt werden, kann das Auftreten eines ungleichmäßigen Höhen-
profils über die Waferoberfläche zu einem erheblichen Verlust
an Präzision bei dem Aufbringen von Kontaktstellen durch das
Druckverfahren führen, wobei unter Umständen die kostengünsti-
gen Druckverfahren keine ausreichende Präzision bei hoher Bau-
20 teildichte mehr aufweisen. Als weiterer Nachteil eines un-
gleichmäßigen Höhenprofils über den Waferquerschnitt sind Aus-
beuteverluste zu nennen, da durch die eingesetzten Druckver-
fahren ein Teil der auf dem Wafer zu bildenden Schutzabdeckun-
gen „zerquetscht“ werden. Letztlich sei ferner angemerkt, dass
25 durch freistehende Opferstrukturen und freistehende Schutzab-
deckungen auf der Waferoberfläche, wie sie in der nachveröf-
fentlichten Patenanmeldung DE 102 00 869 A vorgesehen sind,
eine definierte Bauteilgröße nicht unterschritten werden kann,
da anderenfalls die Haftung der Opferstruktur oder der Schutz-
30 abdeckung auf der Waferoberfläche zu gering ist und die er-
zeugte Schutzabdeckung somit keine ausreichende Stabilität
aufweist.

Die EP 0373360 B1 beschreibt ein Verfahren zum Erzeugen einer
35 verbesserten Isolation in VLSI- und ULSI-Schaltungen, wobei
hier ebenfalls ein Hohlraum zu bilden ist. Auch hier wird der
Hohlraum durch eine Opferschicht strukturiert, die durch eine
oder mehrere Öffnungen in einer Oberfläche der Anordnung ent-

fernt wird. Als Nachteil ist hier jedoch anzumerken, dass der zu bildende Hohlraum eine geringe Stabilität aufweist, da der Hohlraum im wesentlichen durch eine Deckschicht, welche durch die zu isolierenden Leiterbahnen getragen wird, gebildet ist.

- 5 Aus Gründen einer ausreichenden Isolierung kann eine definierte Hohlraumgröße nicht unterschritten werden, wodurch wiederum Ausbeuteverluste durch ein „Zerquetschen“ der gebildeten Hohlräumen bei Einsatz von Druckverfahren in nachfolgenden Prozessschritten ergeben.

10

Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein vereinfachtes und zuverlässiges Verfahren zum Erzeugen einer Schutzabdeckung für Bauelemente zu schaffen, welches auf einfache und kostengünstige

- 15 Weise die Erzeugung einer stabilen und kleinen Schutzabdeckung ermöglicht, ohne dass eine getrennte Prozessierung weiterer Wafer und/oder Substrate erforderlich ist.

20

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren gemäß Anspruch 1 gelöst.

Die vorliegende Erfindung schafft ein Verfahren zum Erzeugen einer Schutzabdeckung eines Bauelementes, wobei ein Substrat vorgesehen ist, welches das Bauelement umfasst, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:

25

- (a) Abscheiden einer ersten Abdeckschicht auf einem Substrat, wobei die erste Abdeckschicht zumindest einen Bereich des Substrats bedeckt, welcher das Bauelement umfasst;

30

- (b) Bilden von zumindest einer Öffnung in der ersten Abdeckschicht, wobei die zumindest eine Öffnung den Bereich des Substrats freilegt, welcher das Bauelement umfasst;

- 35 (c) Verfüllen der gebildeten Öffnung in der ersten Abdeckschicht unter Verwendung eines Füllmaterials;

- (d) Abscheiden einer zweiten Abdeckschicht auf der ersten Abdeckschicht und der durch das Füllmaterial verfüllten Öffnung der ersten Abdeckschicht;
- 5 (e) Bilden von zumindest einer Öffnung in der zweiten Abdeckschicht, um zumindest einen Bereich des Füllmaterials freizulegen;
- 10 (f) Entfernen des Füllmaterials, welches einen Bereich des Substrats bedeckt, welcher das Bauelement umfasst; und
- (g) Verschließen der in der zweiten Abdeckschicht gebildeten Öffnung.
- 15 Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass eine stabile und kleine Schutzabdeckung gebildet werden kann, indem auf einem Substrat eine erste Abdeckschicht abgeschieden wird, die zumindest einen Bereich des Substrats bedeckt, welcher das Bauelement umfasst. Nachfolgend wird zumindest über demjenigen
- 20 Bereich des Substrates, welcher das Bauelement umfasst, eine Öffnung in der ersten Abdeckschicht gebildet und die gebildete Öffnung in der ersten Abdeckschicht mit einem Füllmaterial verfüllt. Hierbei erfolgt das Verfüllen der in der ersten Abdeckschicht gebildeten Öffnungen derart, dass ein Aufbringen
- 25 von Füllmaterial auf die erste Abdeckschicht unterbleibt und zugleich durch das Verfüllen der Öffnungen in der ersten Abdeckschicht eine ebene Fläche, bestehend aus Bereichen des Füllmaterials und der ersten Abdeckschicht, erzeugt wird. Auf
- 30 die gebildete ebene Fläche wird nachfolgend eine zweite Abdeckschicht abgeschieden, in welcher zumindest eine Öffnung gebildet wird, um zumindest einen Bereich des Füllmaterials freizulegen. Durch diese zumindest eine gebildete Öffnung wird dasjenige Füllmaterial zur Bildung eines Hohlraumes entfernt, welches einen Bereich des Substrats bedeckt, welcher das Bauelement umfasst. Anschließend wird die zumindest eine in der
- 35 Abdeckschicht gebildete Öffnung verschlossen.

Ein Vorteil des erfindungsgemäßen Ansatzes besteht darin, dass die erste Abdeckschicht, durch deren Öffnung der zu bildende Hohlraum definiert ist, auf der Substratoberfläche verbleibt. Hierdurch wird nach dem Verfüllen der in der ersten Abdeck-
5 schicht gebildeten Öffnung eine ebene Fläche erzeugt, durch welche sich die weiteren Prozessschritte für das Erzeugen einer Schutzabdeckung eines Bauelements deutlich vereinfachen. Die Vereinfachung resultiert insbesondere daher, dass durch das Verbleiben der ersten Abdeckschicht auf der Substratober-
10 fläche das Ausbilden eines ungleichmäßigen Höhenprofils über den Waferquerschnitt vermieden wird. Dies ermöglicht in einem nachfolgenden Prozessschritt insbesondere die präzise Verwendung von kostengünstigen Druckverfahren zum Aufbringen einer Metallpaste, welche zum Kontaktieren der Bauelemente notwendig
15 ist.

Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Ansatzes besteht ferner darin, dass durch das Verbleiben der ersten Abdeckschicht auf der Waferoberfläche das Ausbilden von freistehenden Opferstrukturen vermieden wird. Dadurch, dass die Hohlraum-definierenden Strukturen nunmehr von der ersten Abdeckschicht umfasst werden, lassen sich aufgrund der hierdurch erhöhten Stabilität der Hohlraum-definierenden Strukturen kleinere Hohlräume und somit eine höhere Bauelementdichte auf einem Wafer realisieren.
25

Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Ansatzes besteht darin, dass durch das Einbetten der Hohlräume in die erste Abdeckschicht und das Verbleiben der ersten Abdeckschicht auf
30 der Substratoberfläche eine Struktur erzeugt wird, durch welche der gebildete Hohlraum in nachfolgenden Prozessschritten bestmöglich geschützt wird und somit die Ausbeuteverluste bei dem Erzeugen der Schutzabdeckung für ein Bauelement minimiert werden. Dies gilt insbesondere auch dadurch, dass durch im erfindungsgemäßen Ansatz freistehende Opferstrukturen vermieden
35 werden und somit bei dem Anwenden eines Druckverfahrens in dem Herstellungsprozess der Schutzabdeckung ein „Zerquetschen“ derselben vermieden wird.

Gemäß einem bevorzugt Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung umfasst das Bilden von zumindest einer Öffnung in der ersten bzw. zweiten Abdeckschicht das Belichten der ersten
5 bzw. zweiten Abdeckschicht, woran sich ein Entwickeln der belichteten Bereiche der ersten bzw. zweiten Abdeckschicht zur Bildung der beschriebenen Öffnung anschließt.

Gemäß einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel der vor-
10 liegenden Erfindung umfasst das Verfüllen der gebildeten Öffnung in der ersten Abdeckschicht das Aufbringen eines Füllmaterials auf die erste Abdeckschicht und in der zumindest einen Öffnung der ersten Abdeckschicht, woran sich ein Planarisieren
der sich durch das Aufbringen des Füllmaterials ergebenden
15 Struktur derart anschließt, dass die erste Abdeckschicht und das Füllmaterial in der zumindest einen verfüllten Öffnung der ersten Abdeckschicht freiliegen.

Gemäß einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel wird eine
20 weitere Öffnung in der ersten Abdeckschicht gebildet, um einen Bereich des Substrats mit einem Anschlussbereich des Bauelements freizulegen. Die weitere Öffnung in der ersten Abdeckschicht wird nachfolgend mit einem leitfähigen Füllmaterial verfüllt, wobei anschließend eine leitfähige Schicht abge-
25 schieden wird, die mit dem leitfähigen Füllmaterial in der weiteren Öffnung in elektrisch leitfähiger Verbindung ist und dasselbe überdeckt. Zusätzlich wird eine weitere Öffnung in der zweiten Abdeckschicht gebildet, um die beschriebene leitfähige Schicht freizulegen. Weiterhin unterbleibt das Ver-
30 schließen der weiteren Öffnung in der zweiten Abdeckschicht.

Gemäß einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel der vor-
liegenden Erfindung wird ein leitfähiges Material in die wei-
tere Öffnung der zweiten Abdeckschicht eingebracht, um den An-
35 schlussbereich des Bauelements über das leitfähige Füllmaterial, die leitfähige Schicht und das leitfähige Material zu einer externen Anschlussstelle zu führen.

Gemäß einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel weist das Substrat neben einem Bauelementbereich einen Anschlussbereich eines Bauelements auf, wobei in einem ersten Schritt eine leitfähige Schicht auf dem Substrat aufgebracht wird, die den Anschlussbereich überdeckt. Nachdem auf die leitfähige Schicht eine ersten Abdeckschicht abgeschieden wurde, wird neben der Hohlraum-definierenden Öffnung in der ersten Abdeckschicht zumindest eine weitere Öffnung in der ersten Abdeckschicht gebildet, um die aufgebrachte leitfähige Schicht freizulegen. Weiterhin wird die weitere gebildete Öffnung mit einem Füllmaterial verfüllt und eine zweite Abdeckschicht auf die erste Abdeckschicht und der durch das Füllmaterial verfüllten weiteren Öffnung der ersten Abdeckschicht abgeschieden. Nachfolgend wird neben einer Öffnung zum Freilegen des Füllmaterials, welches den Bauelementbereich bedeckt, eine weitere Öffnung in der zweiten Abdeckschicht gebildet, um das Füllmaterial in der gebildeten weiteren Öffnung der ersten Abdeckschicht freizulegen und dieses Füllmaterial in einem weiteren Prozessschritt aus der weiteren Öffnung in der ersten Abdeckschicht zu entfernen. Für dieses Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung unterbleibt wiederum das Verschließen der weiteren Öffnung in der zweiten Abdeckschicht.

Gemäß einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel wird in die nicht verschlossenen weiteren Öffnungen der ersten und zweiten Abdeckschicht ein leitfähiges Material eingebracht, um den Anschlussbereich des Bauelements über die leitfähige Schicht und das leitfähige Material zu einer externen Anschlussstelle zu führen.

Gemäß einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel wird die externe Anschlussstelle durch strukturiertes Aufbringen einer Metallpaste gebildet.

Gemäß einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel umfasst das Bauelement ein BAW-Filter, ein SAW-Filter, einen Resonator, einen Sensor oder einen Aktor.

Gemäß einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, wird das erfindungsgemäße Verfahren auf Waferebene angewandt, um so auf einfache Art und Weise die Erzeugung einer Schutzabdeckung gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren für eine Vielzahl von in dem Wafer gebildeten Bauelementen zu ermöglichen.

10
Gemäß einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel wird der Wafer nach dem Prozessieren in mehrere Einzelteile zerlegt.

10
Gemäß einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel umfasst das Strukturieren der ersten und zweiten Abdeckschicht das Festlegen von Trennlinien auf dem Wafer.

15
Bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend anhand der beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

20
Fig. 1A - 1I die Schritte des erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens einer Schutzabdeckung eines Bauelements in Schnittdarstellung gemäß einem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel;

25
Fig. 2A - 2D die Schritte des erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens einer Schutzabdeckung eines Bauelements in Schnittdarstellung gemäß einer Variante des ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel;

30
Fig. 3A - 3I die Schritte des erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens einer Schutzabdeckung eines Bauelements in Schnittdarstellung gemäß einem zweiten bevorzugten Ausführungsbeispiel.

35
In der nachfolgenden Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden für die in den verschiedenen Zeichnungen dargestellten, ähnlichen Elemente die gleichen Bezugszeichen verwendet.

Anhand der Figuren 1A bis 1I wird nachfolgend das erfindungsgemäße Herstellungsverfahren für eine Schutzabdeckung eines Bauelementes gemäß einem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel näher erläutert. In Fig. 1A ist ein Substrat 100 gezeigt, welches eine erste Oberfläche 102 aufweist, wobei das Substrat 100 einen ersten Bereich 104 umfasst, in dem ein Bauelement gebildet ist (= Bauelementbereich), einen zweiten Bereich 106 umfasst, in dem ein Anschlussbereich eines Bauelementes gebildet ist (= Anschlussbereich), und einen dritten Bereich 108 umfasst, in dem kein Anschlussbereich eines Bauelementes und kein Bauelement gebildet ist. Bei dem im Bauelementbereich 104 gebildeten Bauelement handelt es sich beispielsweise um ein Bauelement, das zumindest einen Bereich umfasst, dessen Funktion durch ein Gehäuse beeinträchtigt würde, also dessen Funktion einen Freiraum oberhalb des betreffenden Bauelementbereichs 104 erfordert. Diesbezüglich sei darauf hingewiesen, dass in den Figuren abstrakt der Bereich 104 als der Bauelementbereich angegeben ist, wobei jedoch hier tatsächlich derjenige Bereich eines in dem Substrat 100 gebildeten Bauelements gemeint ist, dessen Funktionalität einen Freiraum bzw. Hohlraum erfordert. Bei den betroffenen Elementen kann es sich beispielsweise um BAW-Filter, SAW-Filter, Resonatoren, Sensoren oder Aktoren handeln. Ebenso können oberflächen-mikromechanische Sensoren gebildet werden, deren Funktion durch das Gehäuse beeinträchtigt würde, wie zum Beispiel Beschleunigungssensoren, Drehratensensoren und ähnliches.

Erfindungsgemäß wird, wie in Fig. 1A dargestellt ist, zunächst eine erste Abdeckschicht 110 auf der Oberfläche 102 des Substrates 100 abgeschieden, wobei die erste Abdeckschicht 110 den Bauelementbereich 104 und den Anschlussbereich 106 bedeckt. Als Material für die erste Abdeckschicht 110 kommt beispielsweise ein photostrukturierbarer Resist (zum Beispiel SU-8 der Firma Microchem, USA) in Betracht. In einem nachfolgenden Prozessschritt wird die erste Abdeckschicht 110, beispielsweise durch die Belichtung unter Verwendung einer Maske und Entwicklung der belichteten Stellen, derart strukturiert, dass lediglich der zu schützende Bauelementbereich 104, der

Anschlussbereich 106 durch eine Öffnung 112a bzw. 112b in der ersten Abdeckschicht 110 und Randbereiche 122 des Substrats 100 freigelegt sind. Nachdem die Öffnung 112a zur Freilegung eines Bauelementbereichs 104 und die Öffnung 112b zur Freilegung eines Anschlussbereiches 106 in der ersten Abdeckschicht 110 gebildet wurden, wird auf der Oberfläche 114 der ersten Abdeckschicht, den Seitenwänden der Öffnungen 112a und 112b, dem Bauelementbereich 104 und dem Anschlussbereich 106 eine Seed-Schicht 116 (= Galvanik-Startschicht) aufgebracht, wobei vorzugsweise ein leitfähiges Material, insbesondere ein metallisches Material, verwendet wird. Das Aufbringen der Seed-Schicht 116 kann beispielsweise durch Sputtern, Bedampfen oder autokatalytisches Aufwachsen erfolgen. Nachfolgend wird ein Füllmaterial 118 auf die Seed-Schicht 116 derart aufgebracht, dass die Öffnungen 112a und 112b in der ersten Abdeckschicht 110 verfüllt werden und die Seed-Schicht 116 vollständig abgedeckt ist. Das Aufbringen des Füllmaterials 118 lässt sich beispielsweise durch ein Verstärken der Seed-Schicht 116 mit Kupfer (= Kupfergalvanik, Kupferplattierung) realisieren.

Anschließend wird die sich in den vorausgehenden Prozessschritten ergebende Oberfläche 120 des Füllmaterials 118 derart planarisiert, dass eine dem Substrat 100 gegenüberliegende ebene Fläche 130 erzeugt wird (siehe Fig. 1B), welche Bereiche der Oberfläche 114 der ersten Abdeckschicht 110, Bereiche der Oberfläche 132a der verfüllten Öffnung 112a in der ersten Abdeckschicht 110 über dem Bauelementbereich 104, Bereiche der Oberfläche 132b der verfüllten Öffnung 112b in der ersten Abdeckschicht 110 über dem Anschlussbereich 106 und Bereiche der Schnittfläche 134 der Seed-Schicht 116 umfasst, wobei die Übergänge zwischen den einzelnen Bereichen bündig ausgerichtet sind. Das Planarisieren kann hierbei durch einen CMP-Schritt (CMP = chemical mechanical polishing = chemisch-mechanisches Polieren) erfolgen. Fig. 1B zeigt die sich hiernach ergebende Struktur in Schnittdarstellung.

Auf die derart erhaltene ebene Fläche 130 wird nachfolgend, wie in Fig. 1C dargestellt, eine zusätzliche Abdeckschicht 140

aufgebracht, welche beispielsweise aus einem photostrukturierbaren Resist besteht, welcher sich jedoch vorzugsweise von dem Material der ersten Abdeckschicht 110 unterscheidet. Die zusätzliche Abdeckschicht 140 wird nachfolgend derart strukturiert, dass durch eine Öffnung 142 in der zusätzlichen Abdeckschicht 140 die Oberfläche 132b der verfüllten Öffnung 112b in der ersten Abdeckschicht 110 über dem Anschlussbereich 106 des Bauelements, sowie benachbarte Bereiche der Schnittfläche 134 der Seed-Schicht 116 und entsprechende Abschnitt der Oberfläche 132 freiliegen. Das Bilden der Öffnung 142 in der zusätzlichen Abdeckschicht 140 kann hierbei beispielsweise durch das Belichten der zusätzlichen Abdeckschicht 140 unter Verwendung einer Photomaske und das nachfolgende Entwickeln der belichteten Bereiche der zusätzlichen Abdeckschicht 140 erfolgen. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass beim Entwickeln der belichteten Stelle der zusätzlichen Abdeckschicht 140 die Unversehrtheit der ersten Abdeckschicht 110 gewährleistet ist. Nach dem Strukturieren der zusätzlichen Abdeckschicht 140 unter Bildung in der Öffnung 142 der zusätzlichen Abdeckschicht 140 erfolgt ein Abscheiden einer leitfähigen Schicht 144 auf die Oberfläche 146 der zusätzlichen Abdeckschicht 140 und den durch die Öffnung 142 freigelegten Bereich. Anschließend werden die zusätzliche Abdeckschicht 140 und die darauf aufgebraachte leitfähige Schicht 144 entfernt, so dass lediglich derjenige Teil 148 der leitfähigen Schicht 144 in der Öffnung 142 verbleibt. Fig. 1D zeigt die hieraus resultierende Struktur. Hierdurch kann eine leitfähige Versiegelung des Füllmaterials 118 in der Öffnung 112b der ersten Abdeckschicht 110 über dem Anschlussbereich 106 dem Bauelementes derart erfolgen, dass in nachfolgenden Schritten eine Entfernung des Füllmaterials 118 und der Seed-Schicht 116 in der Öffnung 112b der ersten Abdeckschicht 110 über dem Anschlussbereich 106 des Bauelements verhindert wird. Hierbei weist die verbleibende leitfähige Schicht 144 vorzugsweise eine Resistenz gegenüber einem Stoff zur Entfernung des Füllmaterials 118 und der Seed-Schicht 116 auf. Als geeignetes Material kommt hierzu beispielsweise das Material Gold in Betracht. Weiterhin ist zu beachten, dass beim Entfernen der zusätzlichen Abdeckschicht

140 die ebene Fläche 130 nicht beschädigt wird. Hierzu ist eine geeignete Wahl des Materials der zusätzlichen Abdeckschicht 140 und eines entsprechenden Lösungsmittels zu beachten.

5 In einem anschließenden Prozessschritt wird eine zweite Abdeckschicht 150 auf die Fläche 130 und die verbleibende leitfähige Schicht 148 abgeschieden, wie in Fig. 1E gezeigt ist. Als Material der zweiten Abdeckschicht 150 kann beispielsweise wiederum ein photostrukturierbarer Resist (z.B. SU-8 der Fa.
10 Microchem, USA) in Betracht gezogen werden. Anschließend wird die zweite Abdeckschicht 150, beispielsweise durch Belichten und Entwickeln der belichteten Stellen, derart strukturiert, dass zumindest eine Öffnung, in dem gezeigten Ausführungsbeispiel vier Öffnungen, 152 in der zweiten Abdeckschicht 150 ei-
15 nen Bereich des Füllmaterials 118 freilegt, welcher die Öffnung 112a der ersten Abdeckschicht 110 über dem Bauelementbereich 104 verfüllt. Ferner wird durch das Strukturieren eine weitere Öffnung 154 in der zweiten Abdeckschicht 150 gebildet, um einen Bereich der verbliebenen leitfähigen Schicht 148
20 freizulegen.

Nach dem Bilden der Öffnungen 152 und der Öffnung 154 in der zweiten Abdeckschicht 150 wird nachfolgend beispielsweise durch einen Ätzvorgang das Füllmaterial 118 und die Seed-
25 Schicht 116 durch die Öffnungen 152 der zweiten Abdeckschicht 150 entfernt. Hierdurch entsteht über dem Bauelementbereich 104 ein Hohlraum 160, der für die fehlerfreie Funktionsweise des Bauelementes erforderlich ist. Durch die Versiegelung des Füllmaterials 118 und der Seed-Schicht 116 über dem Anschluss-
30 bereich 106 mit der verbliebenen leitfähigen Schicht 148 wird verhindert, dass durch den genannten Ätzvorgang ein Entfernen des Füllmaterials 118 und der Seed-Schicht 116 über dem Anschlussbereich 106 erfolgt. Die sich ergebende Struktur ist in Fig. 1F gezeigt.

35 Nachfolgend wird der Hohlraum 160 in einem weiteren Prozessschritt verschlossen, in dem, wie in Fig. 1G gezeigt ist, eine dritte Abdeckschicht 170 auf die Struktur, wie sie sich nach

Fig. 1F ergibt, abgeschlossen wird, wodurch die Öffnungen 152 verschlossen werden, ohne den gebildeten Hohlraum 160 zu ver-
füllen. Als Material für die dritte Abdeckschicht 170 kann
wiederum ein photostrukturierbarer Resist (beispielsweise SU-
8) in Betracht gezogen werden. Ferner wird die dritte Abdeck-
schicht 170, beispielsweise durch Belichten und Entwickeln der
belichteten Stellen, derart strukturiert, dass eine Öffnung
172 in der dritten Abdeckschicht 170 gebildet wird, die die
verbliebene leitfähige Schicht 148 unter Verwendung der Öff-
nung 154 in der zweiten Abdeckschicht 150 freilegt, so dass
sich die dargestellte stufenförmige Struktur ergibt.

In einem abschließenden Prozessschritt erfolgt das Kontaktie-
ren der verbliebenen leitfähigen Schicht 148 durch die Öffnung
154 der zweiten Abdeckschicht 150 und der Öffnung 172 der
dritten Abdeckschicht 170, indem beispielsweise durch ein
Druckverfahren die genannten Öffnungen 154 und 172 mit einer
Metallpaste 174 leitfähig verfüllt werden, wie in Fig. 1H ge-
zeigt ist.

Fig. 1I zeigt die sich aus der verfüllten Metallpaste 174 nach
einem Reflow-Prozess ergebenden externen Anschlusskontakte,
welche beispielsweise als Solder Bumps (= Lötperlen) 180 aus-
gestaltet sein können.

Fig. 2 zeigt eine Variante des ersten bevorzugten Ausführungs-
beispiels der Erfindung, wobei die in den Fig. 1A-1G darge-
stellten Schritte gleich sind. Hierdurch wird jedoch die stu-
fenförmige Struktur der Öffnungen 172 und 154 vermieden.
Stattdessen wird eine Öffnung 172a gebildet, die im wesentli-
chen mit der Öffnung 154 der zweiten Abdeckschicht 150 ausge-
richtet ist. Die hierdurch erzeugte Struktur ist in Fig. 2A
dargestellt. In einem anschließenden Prozessschritt wird die
Öffnung 172a in der dritten Abdeckschicht 170 und die Öffnung
154 in der zweiten Abdeckschicht 150 derart mit einem leitfä-
higen Füllmaterial 176 verfüllt, dass eine Kontaktierung der
verbleibenden leitfähigen Schicht 148 an der Oberfläche 178
der dritten Abdeckschicht 170 möglich ist. Das Aufbringen des

leitfähigen Füllmaterials 176 erfolgt hierbei vorzugsweise durch ein galvanisches Abscheiden. Die sich nach diesem Prozessschritt ergebende Struktur ist in Figur 2B dargestellt. Mittels eines Druckverfahrens, beispielsweise einem Siebdruckverfahren, lässt sich nachfolgend eine Metallpaste 174 auf das leitfähige Füllmaterial 176 aufbringen, wie in Fig. 2C dargestellt ist. Durch einen anschließenden Reflow-Prozess wird aus der aufgetragenen Metallpaste 174 zumindest ein Solder Bump 180 zum externen Kontaktieren des Anschlussbereiches 106 von der Oberfläche 178 der dritten Abdeckschicht 170 erzeugt. Die sich nach diesem Prozessschritt ergebende Struktur ist in Fig. 2D dargestellt.

Fig. 3 zeigt ein zweites bevorzugtes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Hierbei wird zunächst, wie in Fig. 3A gezeigt ist, auf einem Substrat 100 eine anfängliche Abdeckschicht 310 abgeschieden. Als Material für die anfängliche Abdeckschicht 310 kann ein photostrukturierbarer Resist in Betracht gezogen werden. In einem nachfolgenden Prozessschritt wird die anfängliche Abdeckschicht 310, beispielsweise durch Belichten unter Verwendung einer Photomaske mit nachfolgendem Entwickeln der belichteten Schicht, derart strukturiert, dass ein Anschlussbereich 106 des Substrats 100 durch eine Öffnung 312 in der anfänglichen Abdeckschicht 310 freigelegt ist.

Nachfolgend wird eine leitfähige Schicht 314 auf die Oberfläche 316 der anfänglichen Abdeckschicht 310 und den durch die Öffnung 312 in der anfänglichen Abdeckschicht 310 freigelegten Anschlussbereich 106 des Substrats 100 aufgebracht. Als Material für die leitfähige Schicht 314 kommt hierbei beispielsweise Gold in Betracht. Durch ein Entfernen der anfänglichen Abdeckschicht 310, wobei zugleich die leitfähige Schicht 314 entfernt wird, die auf der Oberfläche 316 der anfänglichen Abdeckschicht 310 aufgebracht wurde, ergibt sich die in Fig. 3B dargestellte Struktur, bei der die verbleibende leitfähige Schicht 318 einen Anschlussbereich 106 des Substrats 100 bedeckt.

Nachdem die anfängliche Abdeckschicht 310 entfernt wurde, wird, analog dem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung die erste Abdeckschicht 110 auf die Oberfläche 102 des Substrats 100 und die verbleibende leitfähige Schicht 318 aufgebracht. Durch ein Strukturieren der ersten Abdeckschicht 110, wird die Öffnung 112a in der ersten Abdeckschicht 110 gebildet, welche den Bauelementbereich 104 freilegt. Weiterhin wird durch das Strukturieren die Öffnung 112b in der ersten Abdeckschicht 110 gebildet, welche einen Bereich der verbliebenen leitfähigen Schicht 318 freilegt. Ferner werden die Randbereiche 320 des Substrats 100 freigelegt. Die sich nach diesem Prozessschritt ergebende Struktur ist in Fig. 3C dargestellt.

In einem anschließenden Prozessschritt wird die Seed-Schicht 116 auf die Oberfläche 114 der ersten Abdeckschicht 110, die Seitenwände der Öffnung 112a und der Öffnung 112b in der ersten Abdeckschicht 110, den freigelegten Bauelementbereich 104 des Substrats 100, die verbleibende leitfähige Schicht 318, die Oberfläche 102 des Substrats 100 in den freigelegten Randbereichen 320 und die äußere Seitenwand 322 der ersten Abdeckschicht 110 aufgetragen. Analog zu der Vorgehensweise des ersten bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung erfolgt hiernach ein Aufbringen des Füllmaterials 118 auf die abgeschiedene Seed-Schicht 116, wobei die Öffnung 112a und die Öffnung 112b in der ersten Abdeckschicht 110 verfüllt und die auf der Oberfläche 114 der ersten Abdeckschicht 110 aufgetragene Seed-Schicht 116 bedeckt wird. Ferner wird das Füllmaterial 118 zugleich auf die Seed-Schicht 116, welche die Oberfläche 102 des Substrats 100 in den Randbereichen 320 und den äußeren Seitenwänden 322 der ersten Abdeckschicht 110 bedeckt, derart aufgebracht, so dass sich eine bündig ausgestaltete Oberfläche 120 des Füllmaterials 118 ergibt. Die sich nach diesem Prozessschritt ergebende Struktur ist in Fig. 3D abgebildet.

Analog zur Vorgehensweise des ersten bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung wird anschließend die sich in den vo-

5 rausgehenden Prozessschritten des zweiten bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung ergebende Oberfläche 120 des Füllmaterials 118 derart planarisiert, dass sich wiederum die ebene Fläche 130 ergibt, in der Bereiche der ersten Abdeck-
10 schicht 110, der Seed-Schicht 116 und des Füllmaterials 118 freiliegen, wobei die Übergänge zwischen den unterschiedlichen Bereichen bündig ausgerichtet sind. Weiterhin werden die äußere Seitenwand 322 der ersten Abdeckschicht 110 und die Oberfläche 102 des Substrats 100 in den Randbereichen 320 des Substrats 100 freigelegt, indem die in diesen Bereichen aufgebracht Seed-Schicht 116 und das Füllmaterial 118 entfernt werden. Anschließend wird, analog der Vorgehensweise im ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung, auf die ebene Fläche 130 die zweite Abdeckschicht 150 aufgetragen, woran
15 sich ein Strukturieren der zweiten Abdeckschicht 150 anschließt, bei dem die Öffnungen 152 in der zweiten Abdeckschicht 150 gebildet werden. Die sich nach dem Strukturieren der zweiten Abdeckschicht 150 ergebende Struktur ist in Fig. 3E dargestellt.

20 In einem nachfolgenden Prozessschritt wird analog zur Vorgehensweise im ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung dasjenige Füllmaterial 118 entfernt, welches durch die Öffnungen 152 und durch die Öffnung 154 in der zweiten Abdeckschicht 150 zugänglich ist. Hierbei wird zugleich die das zu
25 entfernende Füllmaterial 118 umgebende Seed-Schicht 116 entfernt, wodurch der Hohlraum 160 gebildet, der für die korrekte Funktionsweise des Bauelementes erforderlich ist. Die sich nach diesem Prozessschritt ergebende Struktur ist in Fig. 3F
30 dargestellt.

Zur Bildung einer zweckmäßigen Schutzabdeckung des Bauelementes muss, analog der Vorgehensweise im ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung, der sich nach dem Entfernen
35 des Füllmaterials 118 und der Seed-Schicht 116 ergebende Hohlraum 160 verschlossen werden. Hierzu wird die dritte Abdeckschicht 170 auf die Oberfläche 156 der zweiten Abdeckschicht 150 aufgebracht, wodurch die Öffnungen 152 in der zweiten Ab-

deckschicht 150 verschlossen werden, ohne den gebildeten Hohlraum 160 zu verfüllen. Durch ein Strukturieren der dritten Abdeckschicht 170, wird weiterhin die Öffnung 172 in der dritten Abdeckschicht 170 gebildet, um einen Bereich der verbliebenen leitfähigen Schicht 318 freizulegen, wobei die Öffnung 172 über der Öffnung 154 der zweiten Abdeckschicht 150 angeordnet ist. Die sich hierdurch ergebene Struktur ist in Fig. 3G dargestellt.

10 In einem anschließenden Prozessschritt werden die Öffnung 112b in der ersten Abdeckschicht 110, die Öffnung 154 in der zweiten Abdeckschicht 150 und die Öffnung 172 in der dritten Abdeckschicht 170 mit dem leitfähigen Füllmaterial 176 derart leitfähig verfüllt, dass eine externe Kontaktierung der verbliebenen leitfähigen Schicht 318 von der Oberfläche 178 der dritten Abdeckschicht 170 ermöglicht wird. Anschließend wird die Metallpaste 174 auf diejenigen Bereiche der Oberfläche 178 der dritten Abdeckschicht 170 aufgebracht, welche für die externe Kontaktierung der verbliebenen leitfähigen Schicht 318 über das leitfähige Füllmaterial 176 vorgesehen sind. Die nach diesem Prozessschritt erhaltene Struktur ist in Fig. 3H dargestellt.

25 Nach Anwendung eines Reflow-Prozesses bildet die im vorangehenden Prozessschritt aufgebrachte Metallpaste 174 die für die externe Kontaktierung des Anschlussbereichs 106 erforderlichen Solder Bumps. Die sich nach diesem Prozessschritt ergebende Struktur ist in Fig. 3I dargestellt.

30 Ferner werden beispielsweise durch die freigelegten Randbereiche 122 bzw. 320 auf Waferebene Trennlinien markiert, wodurch sich der Wafern in einzelne Bauelemente trennen lässt.

Obwohl oben bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung näher erläutert wurden, ist offensichtlich, dass die vorliegende Erfindung nicht auf diese Ausführungsbeispiele beschränkt ist. Auch eine Anwendung auf andere mikromechanische Bauelemente ist möglich und ferner ist die Anzahl der Öffnun-

gen in den Abdeckschichten nicht auf die anhand der Figuren angegebenen Anzahl beschränkt. Weiterhin wird durch den beschriebenen Anschlussbereich 106 nicht ausschließlich eine Kontaktierungsmöglichkeit für den benachbarten Bauelementbereich 104 bereitgestellt; es lässt sich durch einen Anschlussbereich 106 vielmehr eine allgemeine Kontaktierungsmöglichkeit für ein beliebige Element oder eine beliebige Struktur auf dem Substrat realisieren.

- 10 Obwohl die vorliegende Erfindung anhand von zwei bevorzugten Ausführungsbeispielen erläutert wurde, die einen zu bildenden Hohlraum 160 über dem Bauelementbereich 104 sowie zugleich eine Kontaktierung des Anschlussbereichs 106 eines Bauelements aufweisen, schließt die Erfindung insbesondere auch Ausführungsbeispiele ein, bei denen lediglich der Hohlraum 160 über einem Bauelementbereich 104 gebildet wird oder eine Kontaktierung des Anschlussbereichs 106 eines Bauelements erfolgt.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Erzeugen einer Schutzabdeckung eines Bauelements, wobei ein Substrat (100) vorgesehen ist, welches das Bauelement umfasst, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:
- 5
- (a) Abscheiden einer ersten Abdeckschicht (110) auf einem Substrat (100), wobei die erste Abdeckschicht (110) zumindest einen Bereich (104) des Substrats (100) bedeckt, welcher das Bauelement umfasst;
- 10
- (b) Bilden von zumindest einer Öffnung (112a) in der ersten Abdeckschicht (110), wobei die zumindest eine Öffnung (112a) den Bereich (104) des Substrats (100) freilegt, welcher das Bauelement umfasst;
- 15
- (c) Verfüllen der gebildeten Öffnung (112a) in der ersten Abdeckschicht (110) unter Verwendung eines Füllmaterials (118);
- 20
- (d) Abscheiden einer zweiten Abdeckschicht (150) auf der ersten Abdeckschicht (110) und der durch das Füllmaterial (118) verfüllten Öffnung (112a) der ersten Abdeckschicht (110);
- 25
- (e) Bilden von zumindest einer Öffnung (152) in der zweiten Abdeckschicht (150), um zumindest einen Bereich des Füllmaterials (118) freizulegen;
- 30
- (f) Entfernen des Füllmaterials (118), welches einen Bereich (104) des Substrats (100) bedeckt, welcher das Bauelement umfasst; und
- 35
- (g) Verschließen der in der zweiten Abdeckschicht (150) gebildeten Öffnung (152).

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, bei dem Schritt (c) die folgenden Schritte umfasst:

5 (c.1) Aufbringen eines Füllmaterials (118) auf der ersten Abdeckschicht (110) und in die zumindest eine Öffnung (112a) der ersten Abdeckschicht (110);

10 (c.2) Planarisieren der sich nach dem Schritt (c.1) ergebenden Struktur derart, dass die erste Abdeckschicht (110) und das Füllmaterial (118) in der zumindest einen Öffnung (112a) der ersten Abdeckschicht (110) freiliegt und derart bündig ausgerichtet sind, dass eine ebene Fläche (130) gebildet wird.

15 3. Verfahren gemäß Anspruch 1 oder 2, bei dem

im Schritt (b) eine weitere Öffnung (112b) in der ersten Abdeckschicht (110) gebildet wird, um einen Bereich (106) des Substrats (100) mit einem Anschlussbereich eines Bauelements freizulegen,

20 im Schritt (c) die weitere Öffnung (112b) mit einem leitfähigen Füllmaterial (118) verfüllt wird, wobei vor dem Schritt (d) eine leitfähige Schicht (146) auf der gefüllten weiteren Öffnung (112b) abgeschieden wird, die mit dem leitfähigen Füllmaterial (118) in der weiteren Öffnung (112b) elektrisch leitend verbunden ist und dasselbe überdeckt;

25 30 im Schritt (e) eine weitere Öffnung (154) in der zweiten Abdeckschicht (150) gebildet wird, um die leitfähige Schicht (148) freizulegen;

35 im Schritt (g) die weitere Öffnung (154) in der zweiten Abdeckschicht (150) unverschlossen bleibt.

4. Verfahren gemäß Anspruch 1 oder 2, bei dem das Substrat (100) einen Anschlussbereich (106) eines Bauelements aufweist,

wobei vor dem Schritt (a) eine leitfähige Schicht (146) aufgebracht wird, die den Anschlussbereich (106) überdeckt,

5 wobei im Schritt (b) eine weitere Öffnung (112b) in der ersten Abdeckschicht (110) gebildet wird, um die leitfähige Schicht (148) freizulegen,

10 wobei im Schritt (c) die weitere Öffnung (112b) mit einem Füllmaterial (118) verfüllt wird,

15 wobei im Schritt (e) eine weitere Öffnung (154) in der zweiten Abdeckschicht (150) gebildet wird, um das Füllmaterial (118) in der weiteren Öffnung (112b) der ersten Abdeckschicht (110) freizulegen,

20 wobei im Schritt (f) das Füllmaterial (118) aus der weiteren Öffnung (112b) in der ersten Abdeckschicht (110) entfernt wird,

 wobei im Schritt (g) die weitere Öffnung (154) in der zweiten Abdeckschicht (150) unverschlossen bleibt.

25 5. Verfahren gemäß Anspruch 3 oder 4, bei dem nach Schritt (g) ein leitfähiges Material (176) in die weitere Öffnung (154) der zweiten Abdeckschicht (150) eingebracht wird, um den Anschlussbereich (106) des Bauelements über die leitfähige Schicht (148) und das leitfähige Material (176) zu einer externen Anschlussstelle zu führen.

30 6. Verfahren gemäß Anspruch 5, bei dem die externe Anschlussstelle durch strukturiertes Aufbringen einer Metallpaste (174) gebildet wird.

35 7. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, bei dem das Bauelement ein BAW-Filter, SAW-Filter, ein Resonator, ein Sensor oder ein Aktor ist.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei dem das Substrat (100) ein Wafer ist, der eine Mehrzahl gleicher oder unterschiedlicher Bauelemente umfasst,

5 wobei im Schritt (a) und (b) die erste Abdeckschicht (110) auf dem Wafer aufgebracht und strukturiert wird, um zumindest für jedes Bauelement die zumindest eine Öffnung (112a) zu erzeugen,

10 wobei im Schritt (c) die gebildeten Öffnungen (112a) in der ersten Abdeckschicht (110) mit dem Füllmaterial (118) verfüllt werden,

15 wobei im Schritt (d) und (e) die zweite Abdeckschicht (150) auf die erste Abdeckschicht (110) und die verfüllten Öffnungen (112a) der ersten Abdeckschicht (110) aufgebracht und strukturiert wird, um für jede verfüllte Öffnung (112a) in der ersten Abdeckschicht (110), welche ein Bauelement bedeckt, zumindest eine Öffnung (152) zu erzeugen,
20

wobei im Schritt (f) das Füllmaterial (118) aus den verfüllten Öffnungen (112a) der ersten Abdeckschicht (110) entfernt wird, und

25 wobei im Schritt (g) die Öffnungen (152) in der zweiten Abdeckschicht (150) verschlossen werden.

9. Verfahren gemäß Anspruch 8, bei dem der Wafer abschließend
30 in einzelne Elemente zerteilt wird.

10. Verfahren gemäß Anspruch 8 oder 9, bei dem das Strukturieren der Abdeckschicht die Festlegung von Trennlinien auf dem Wafer umfasst.

Zusammenfassung

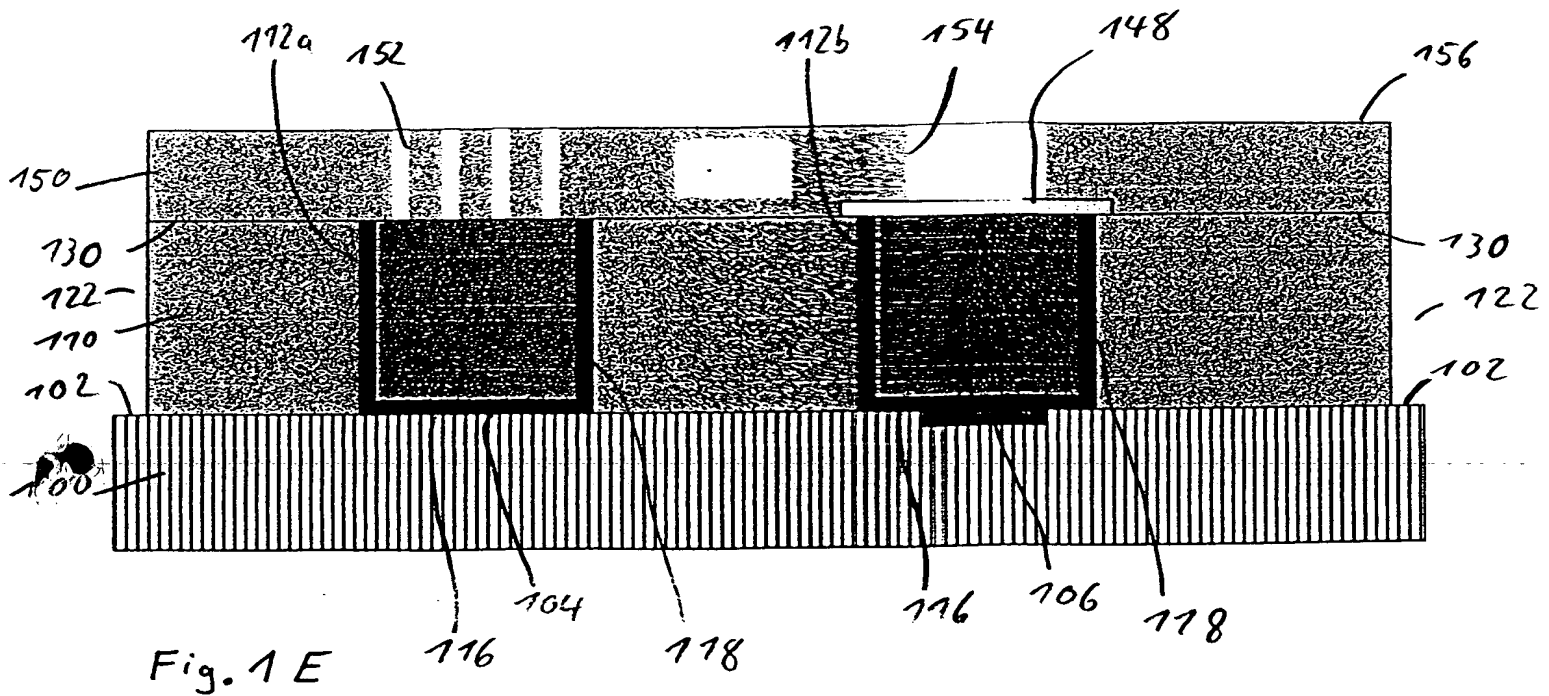
Verfahren zum Erzeugen einer Schutzabdeckung für ein Bauelement

5

Bei einem Verfahren zum Erzeugen einer Schutzabdeckung für ein Bauelement, welches in einem Substrat (100) gebildet ist, wird zunächst eine erste Abdeckschicht (110) auf dem Substrat (100) abgeschieden, wobei die erste Abdeckschicht (110) einen Bereich (104) des Substrats (100) bedeckt, welcher das Bauelement umfasst. Anschließend wird eine Öffnung (112a) in der ersten Abdeckschicht (110) gebildet, wobei die Öffnung (112a) den Bereich (104) des Substrats (100) freilegt, welcher das Bauelement umfasst. Dann wird die gebildete Öffnung (112a) in der ersten Abdeckschicht (110) unter Verwendung eines Füllmaterials (118) verfüllt. Nachfolgend wird eine zweite Abdeckschicht (150) auf der ersten Abdeckschicht (110) und der durch das Füllmaterial (118) verfüllten Öffnung (112a) der ersten Abdeckschicht (110) abgeschieden. Anschließend wird eine Öffnung (152) in der zweiten Abdeckschicht (150) gebildet, um einen Bereich des Füllmaterials (118) freizulegen. Abschließend wird das Füllmaterial (118) entfernt, welches den Bereich (104) des Substrats (100) bedeckt, welcher das Bauelement umfasst und die in der zweiten Abdeckschicht (150) gebildete Öffnung (152) wird verschlossen.

Fig. 1E

FIGUR ZUR ZUSAMMENFASSUNG



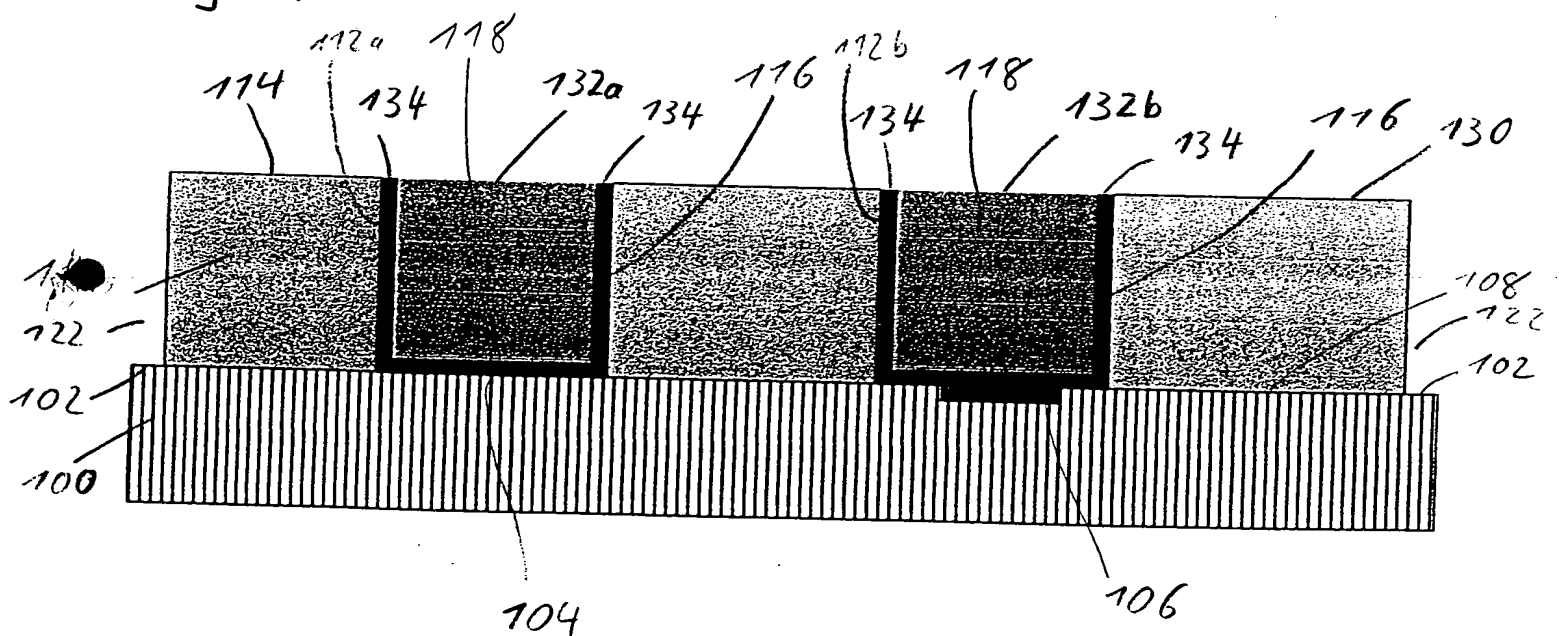
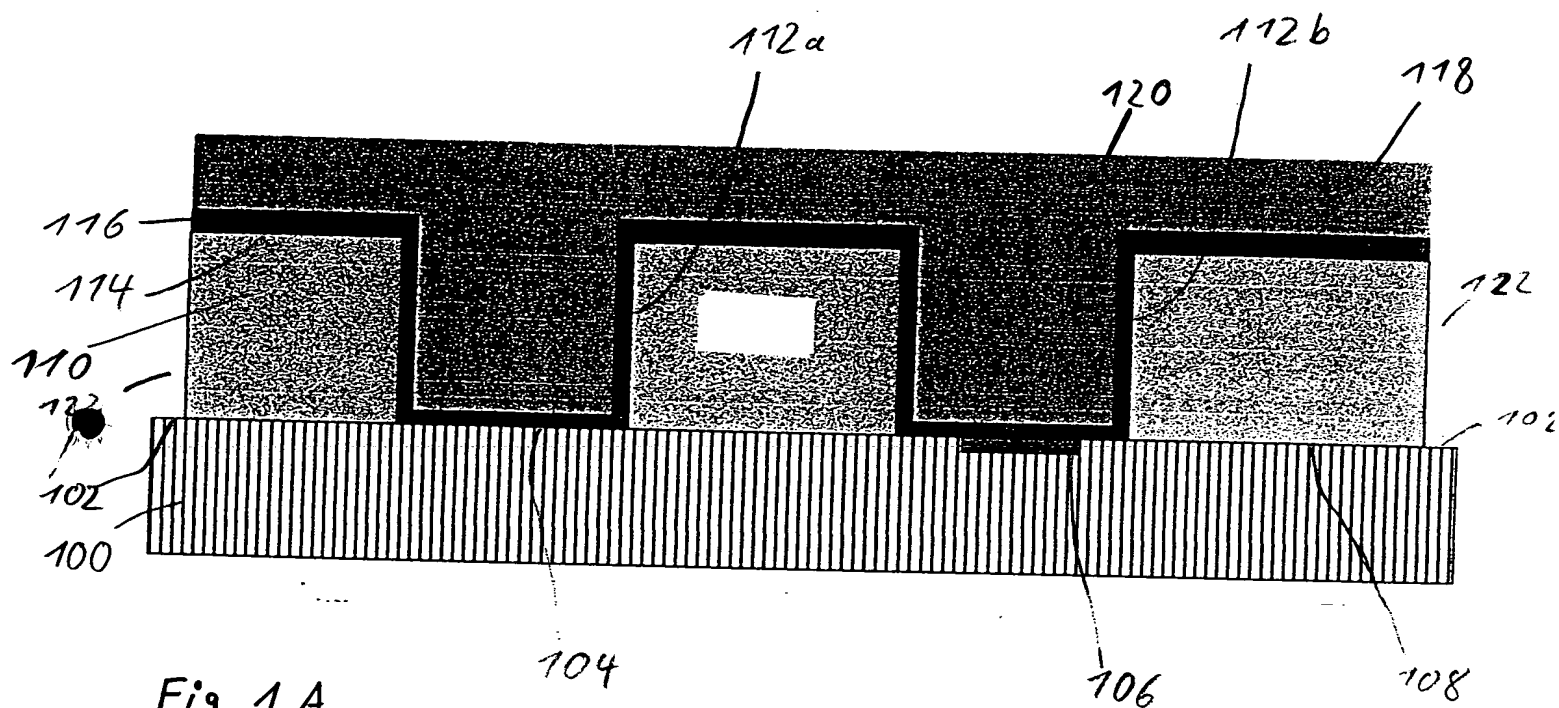
Bezugszeichenliste

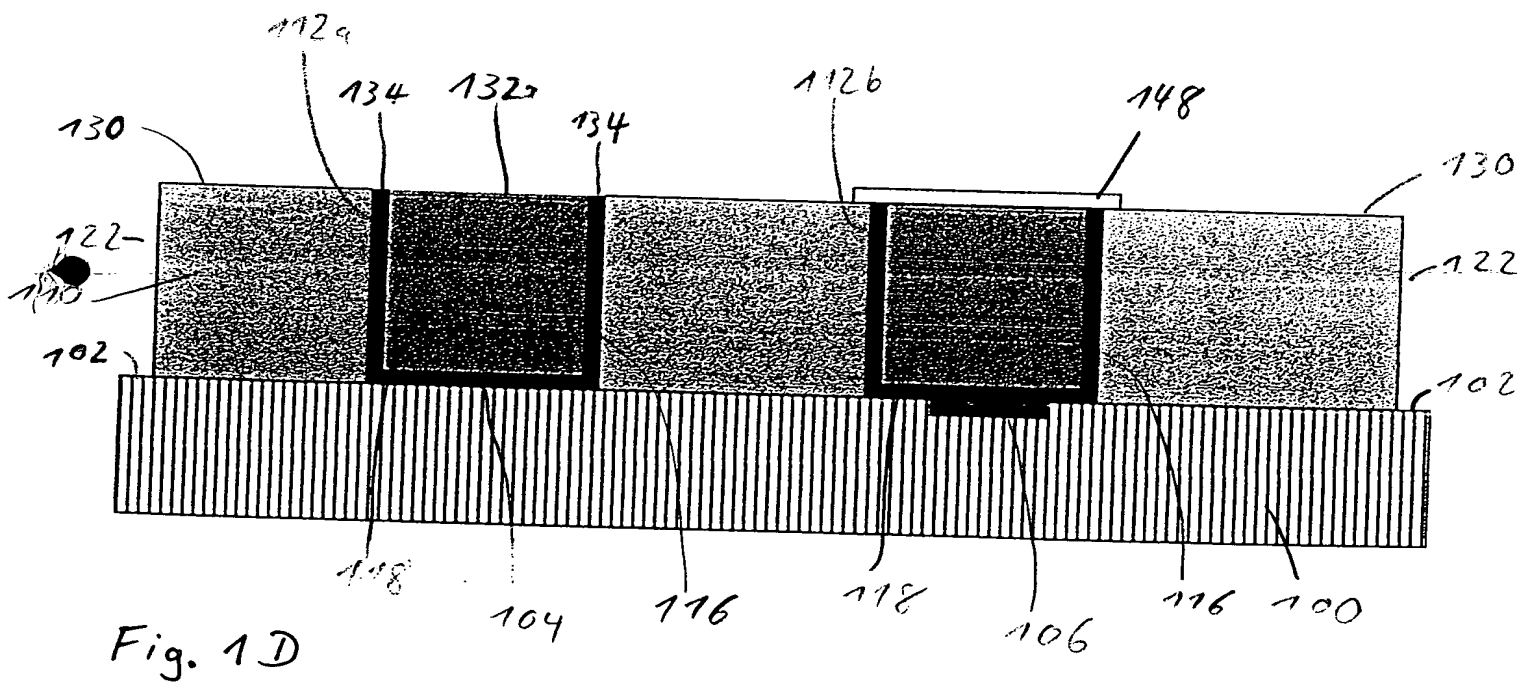
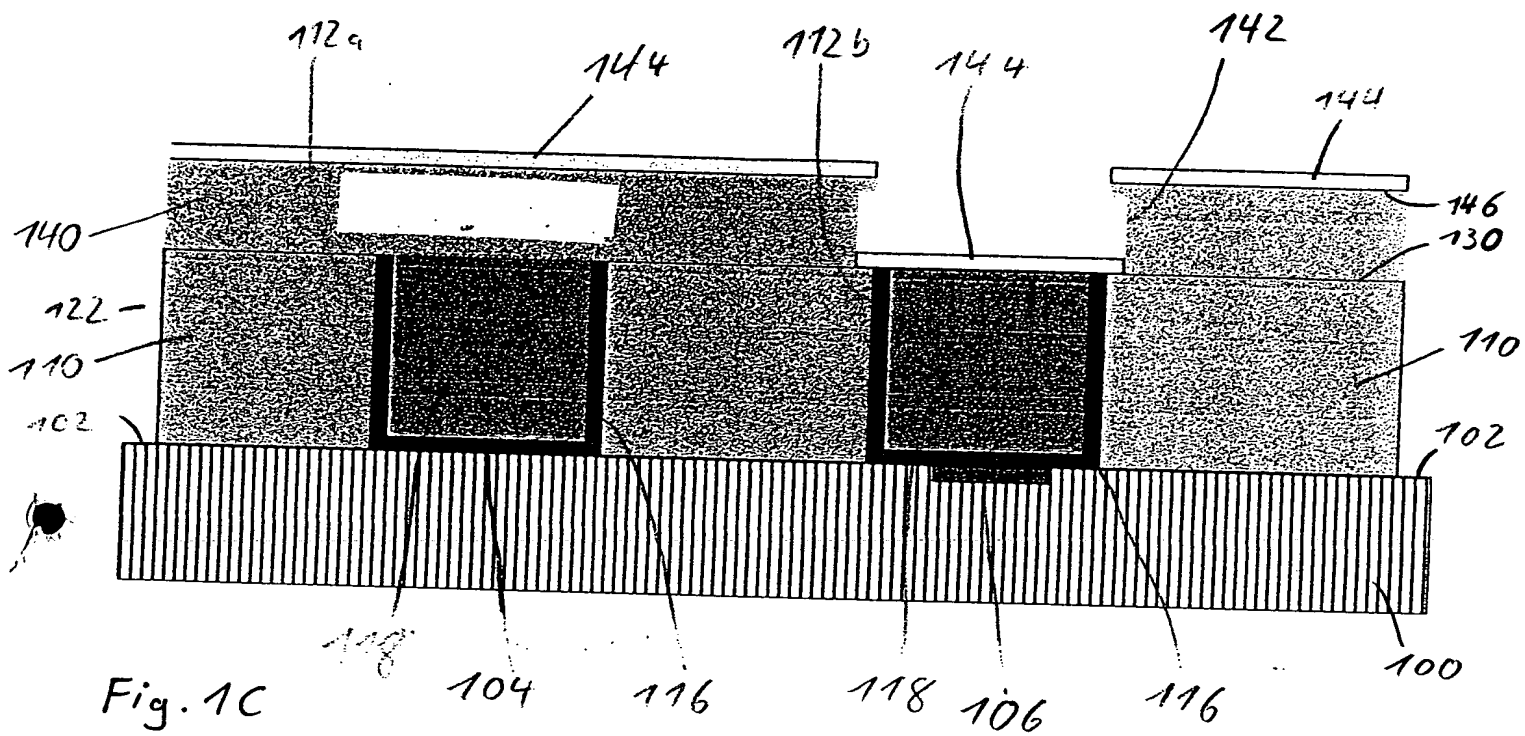
- 100 Substrat
- 5 102 Oberfläche des Substrates
- 104 Bauelementbereich
- 106 Anschlussbereich
- 108 Bereich, der keinen Anschlussbereich und keinen Bauelementbereich aufweist
- 10 110 erste Abdeckschicht
- 112a Öffnung der ersten Abdeckschicht 110 über einem Bauelementbereich 104
- 112b Öffnung der ersten Abdeckschicht 110 über einem Anschlussbereich 106
- 15 114 Oberfläche der ersten Abdeckschicht 110
- 116 Seed-Schicht
- 118 Füllmaterial
- 120 Oberfläche des Füllmaterials 118
- 122 Randbereiche des Substrats 100
- 20 130 ebene Fläche
- 132a Oberfläche einer verfüllten Öffnung 112a
- 132b Oberfläche einer verfüllten Öffnung 112b
- 134 Schnittfläche der Seed-Schicht 116
- 140 zusätzliche Abdeckschicht
- 25 142 Öffnung der zusätzlichen Abdeckschicht 140
- 144 leitfähige Schicht
- 146 Oberfläche der zusätzlichen Abdeckschicht 140
- 148 verbleibender Teil der leitfähigen Schicht 146
- 150 zweite Abdeckschicht
- 30 152 Öffnung der zweiten Abdeckschicht 150 zur Freilegung des Füllmaterials 118 im Bauelementbereich 104
- 154 Öffnung der zweiten Abdeckschicht 150 zur Freilegung der verbleibenden leitfähigen Schicht 148
- 156 Oberfläche der zweiten Abdeckschicht 150
- 35 160 Hohlraum
- 170 dritte Abdeckschicht
- 172 Öffnung in der dritten Abdeckschicht 170
- 172a Öffnung in der dritten Abdeckschicht 170

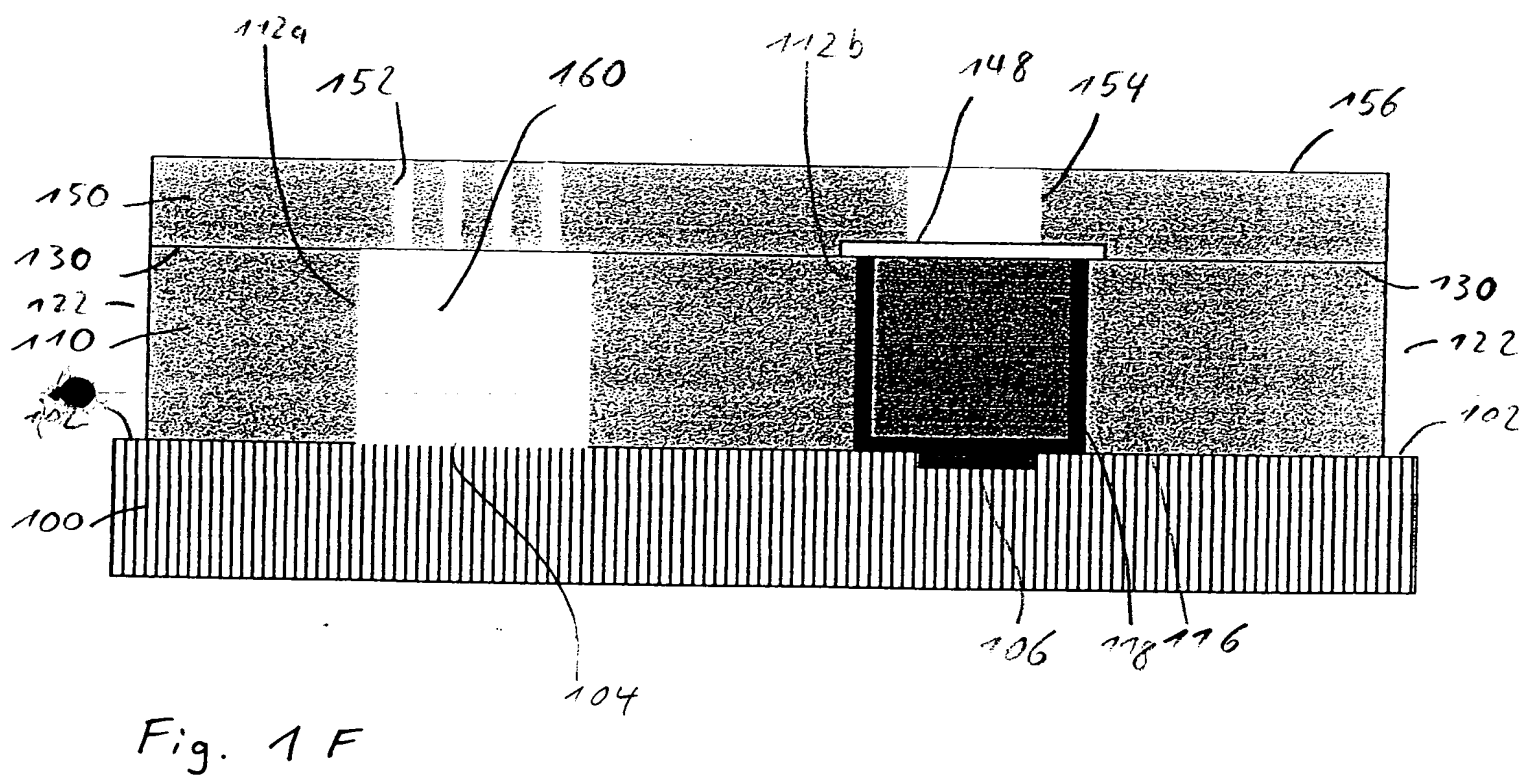
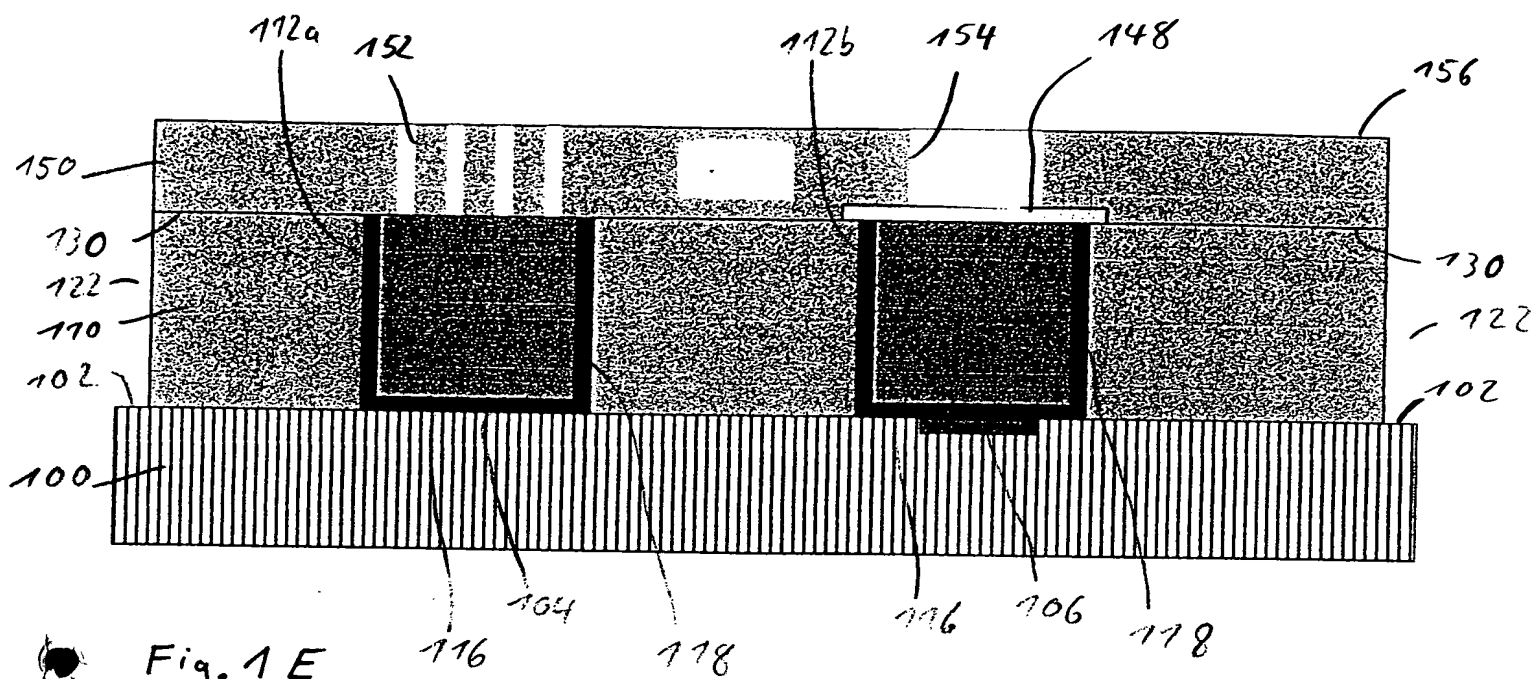
- 174 Metallpaste
- 176 leitfähiges Füllmaterial
- 178 Oberfläche der dritten Abdeckschicht
- 180 Solder Bump

5

- 310 anfängliche Abdeckschicht
- 312 Öffnung in der anfänglichen Abdeckschicht 310
- 314 leitfähige Schicht
- 316 Oberfläche der anfänglichen Abdeckschicht 310
- 10 318 verbliebene leitfähige Schicht
- 320 Randbereich des Substrats 100
- 322 äußere Seitenwand der ersten Abdeckschicht 110







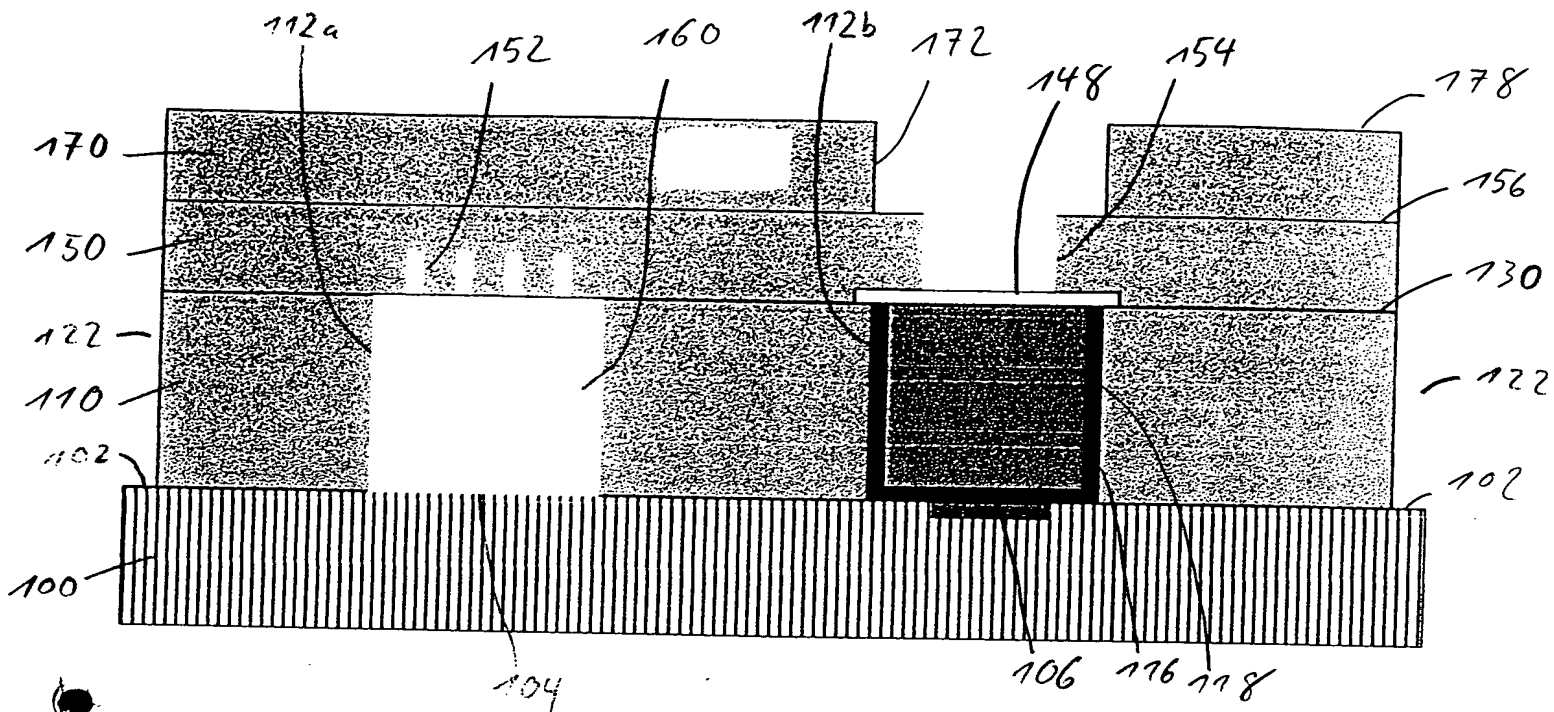


Fig. 1G

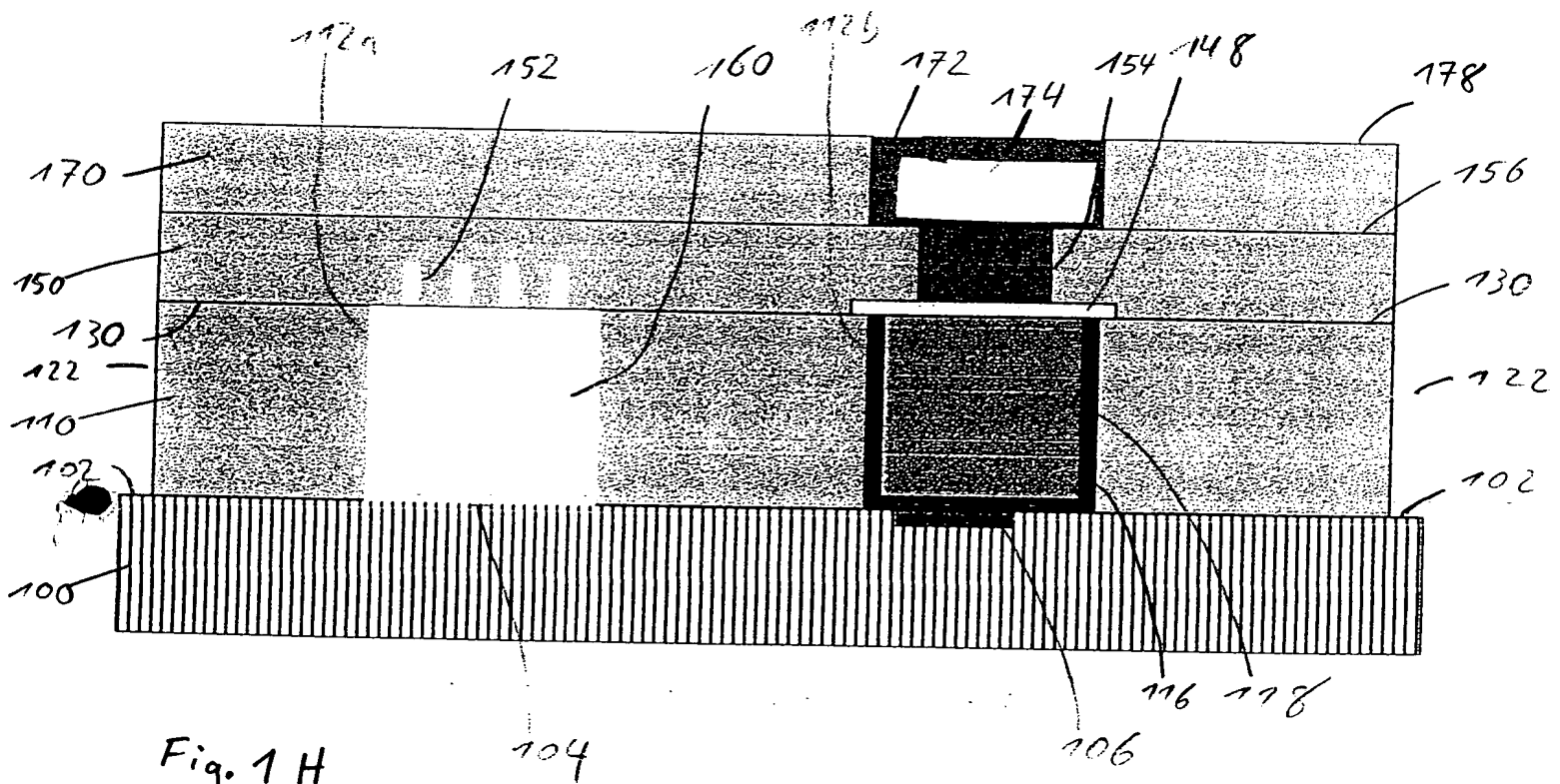


Fig. 1H

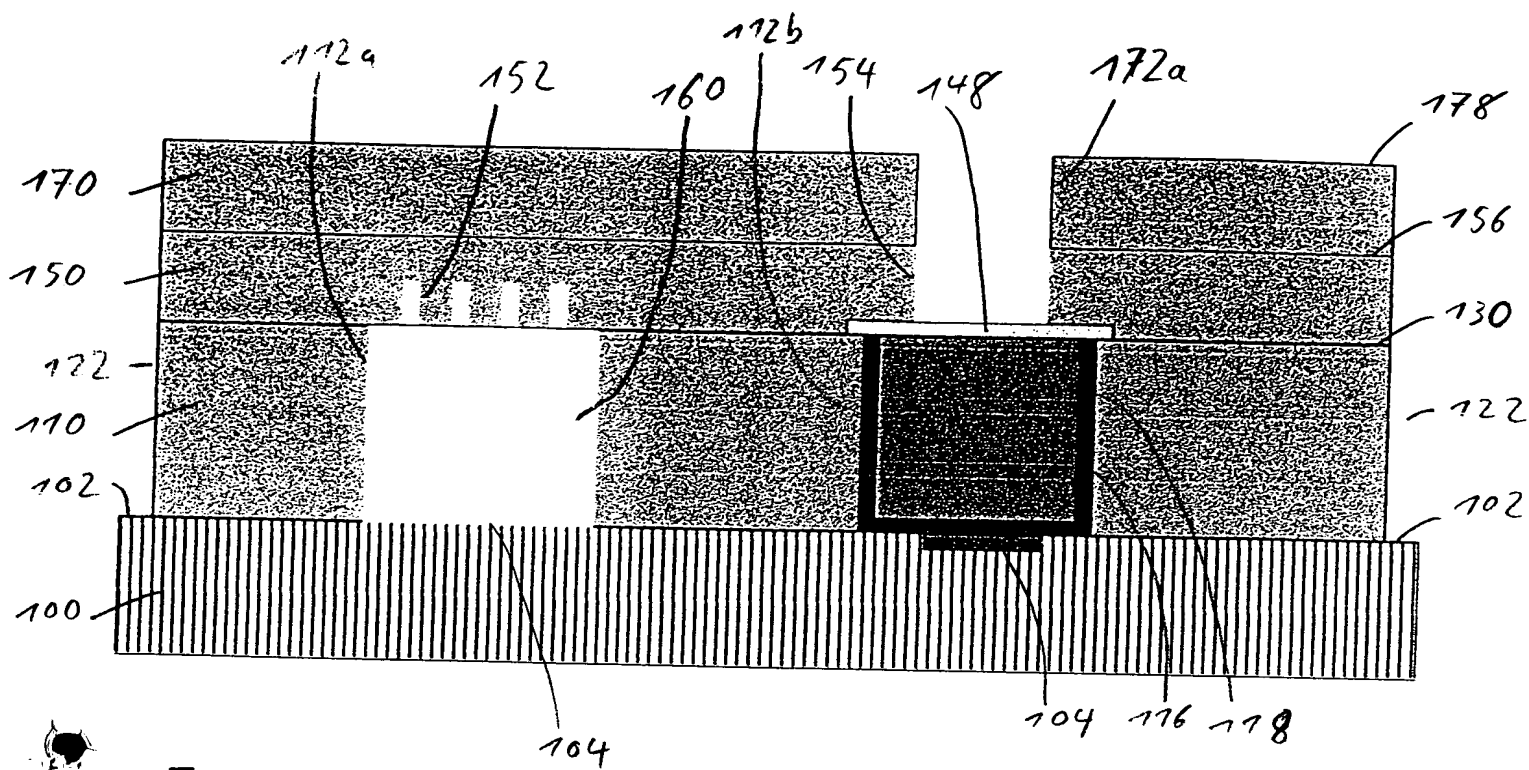


Fig. 2 A

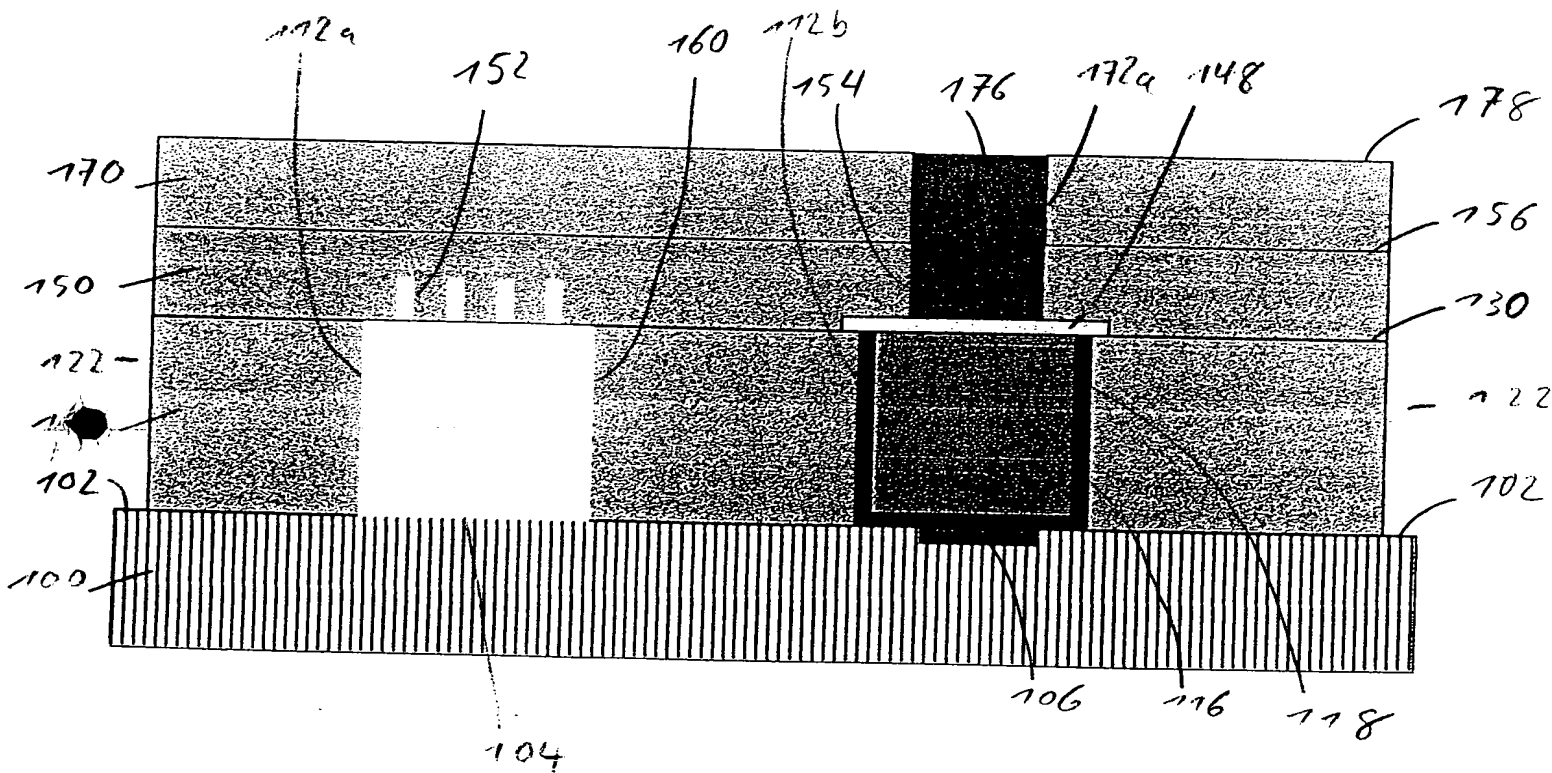


Fig. 2B

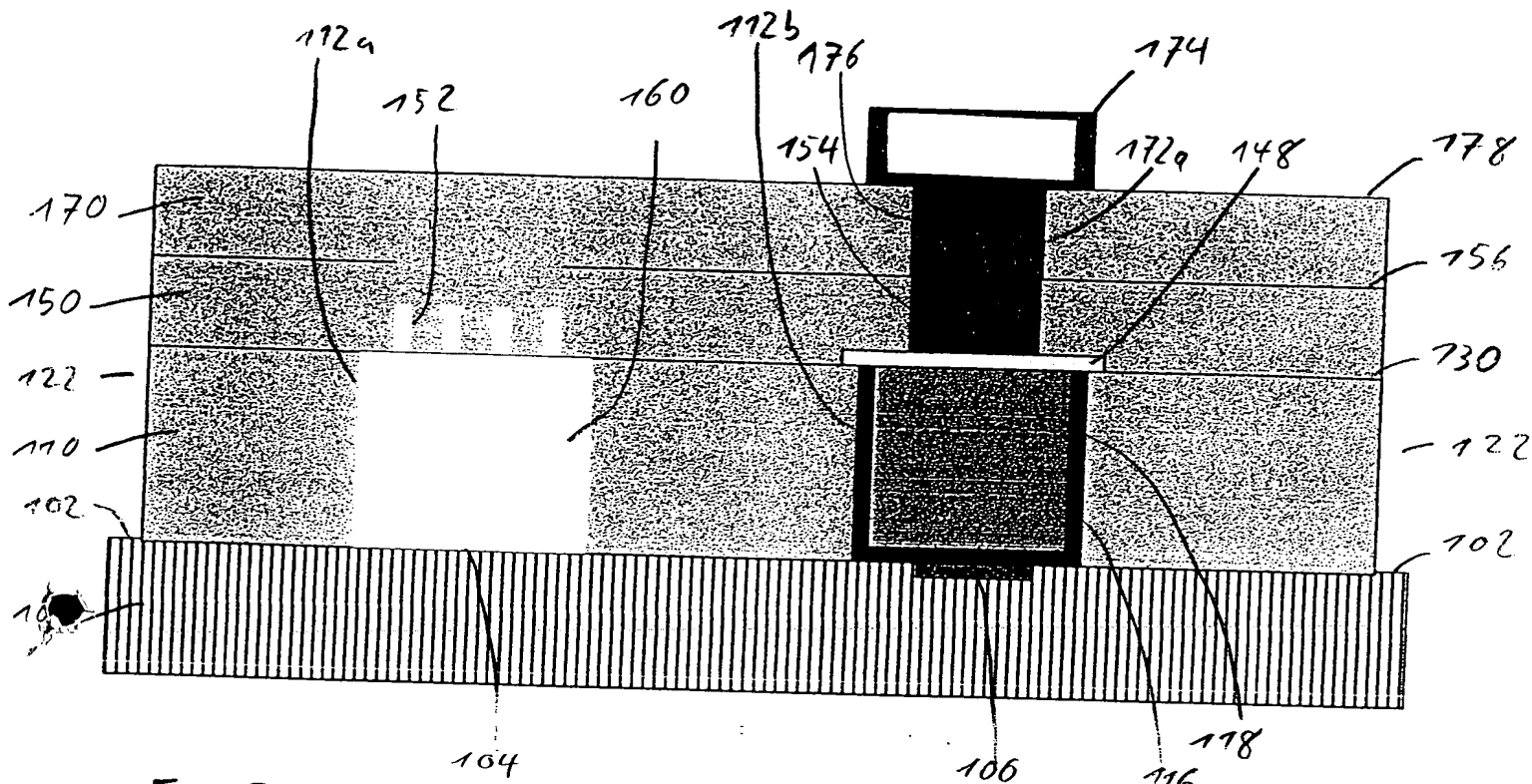


Fig. 2C

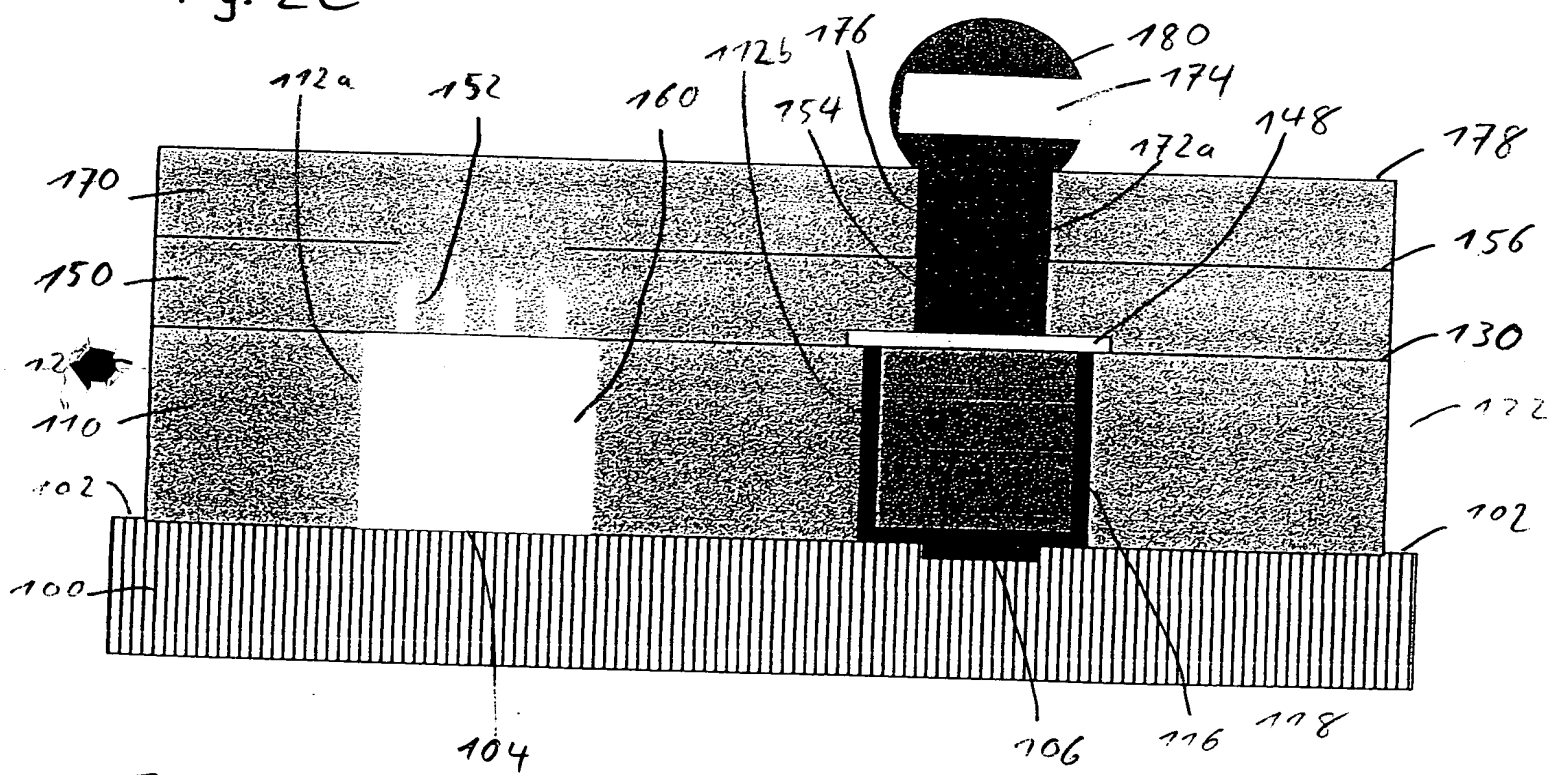


Fig. 2D

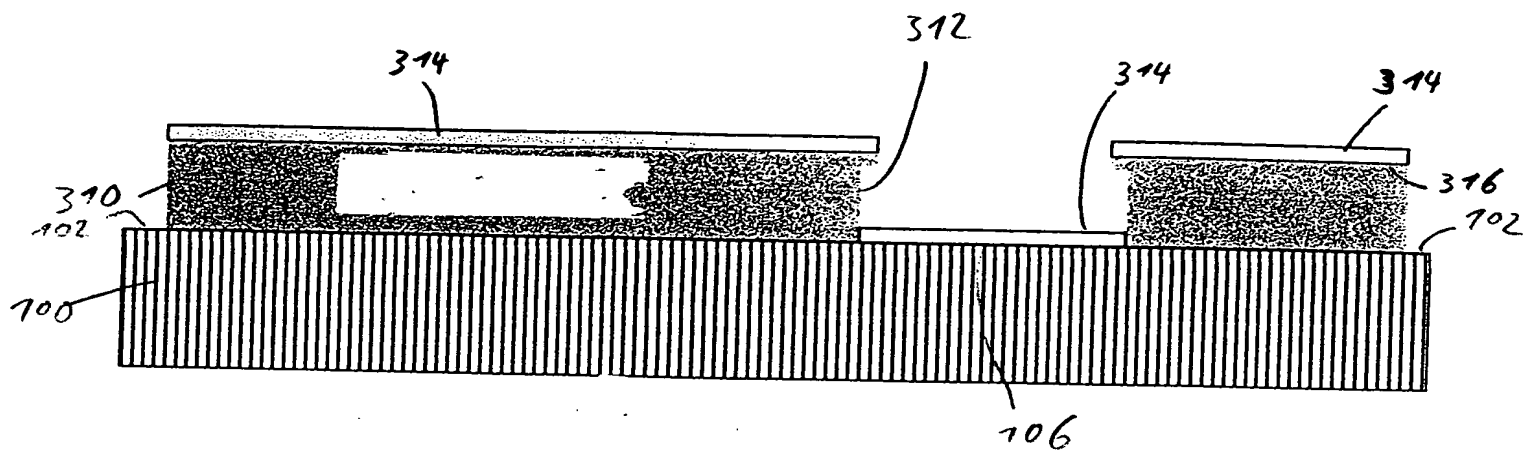


Fig. 3A

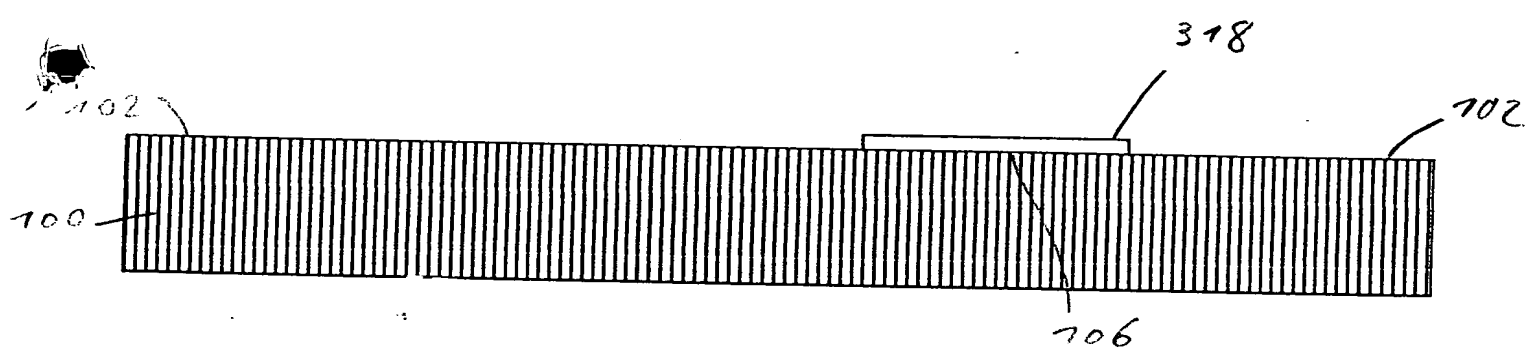


Fig. 3B

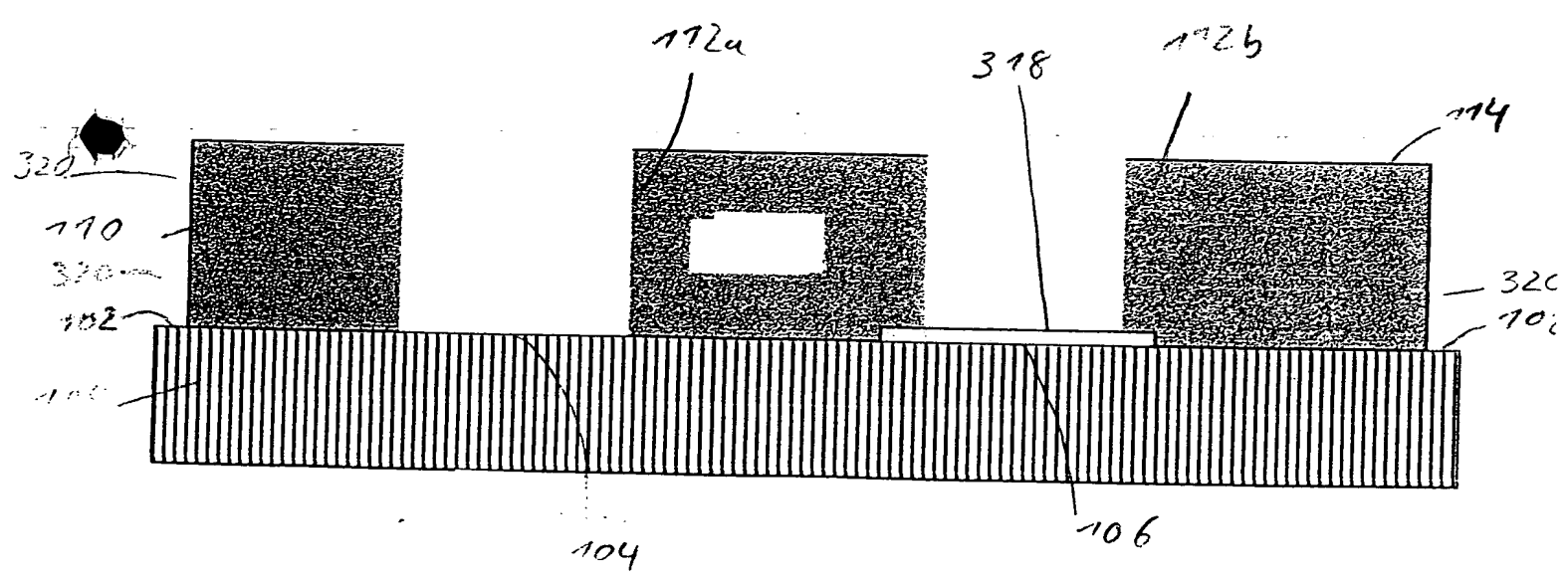
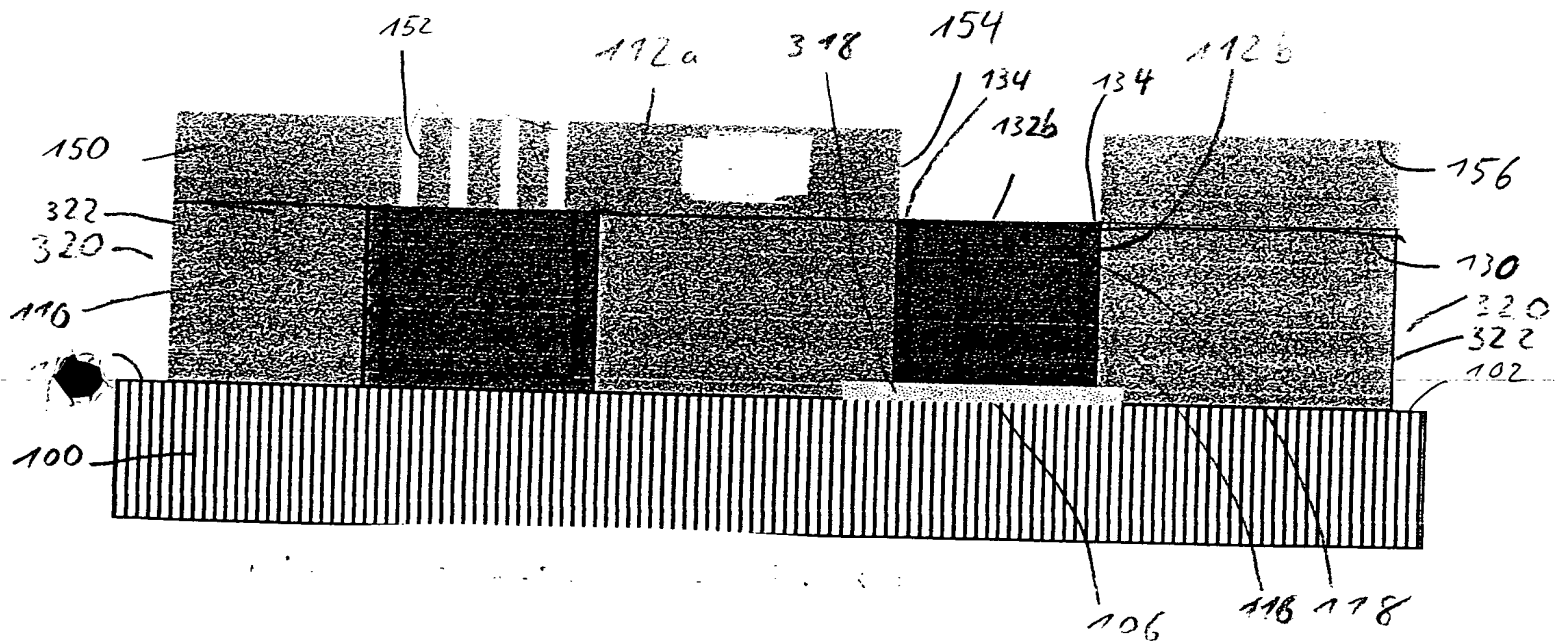
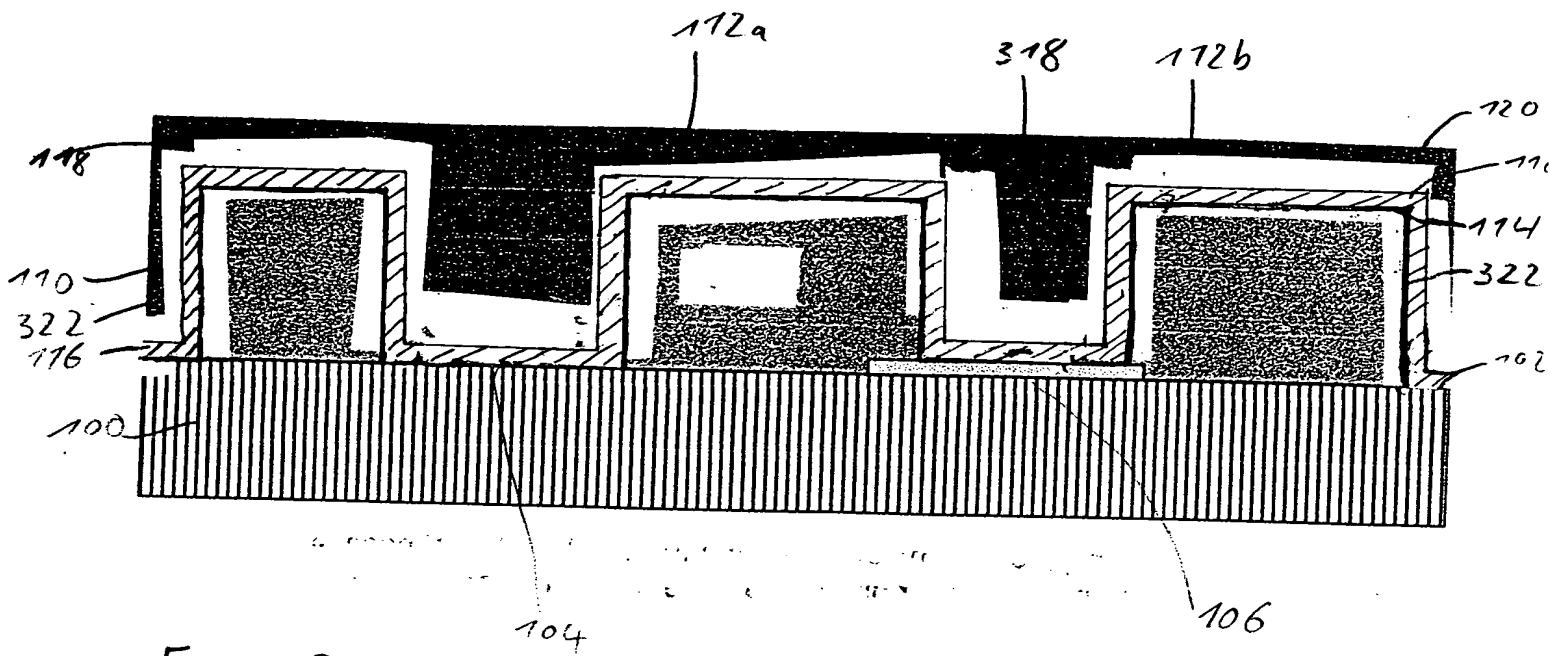
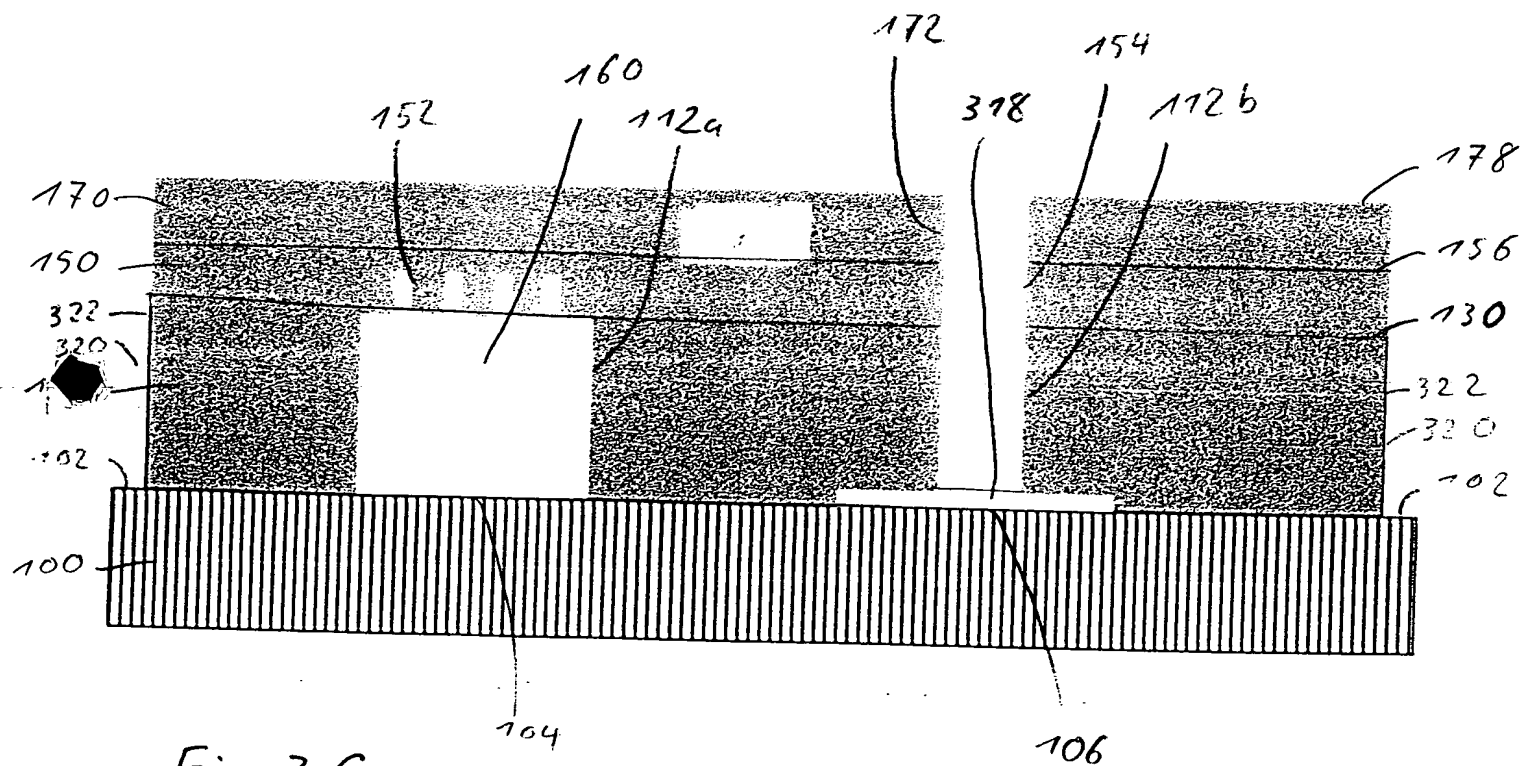
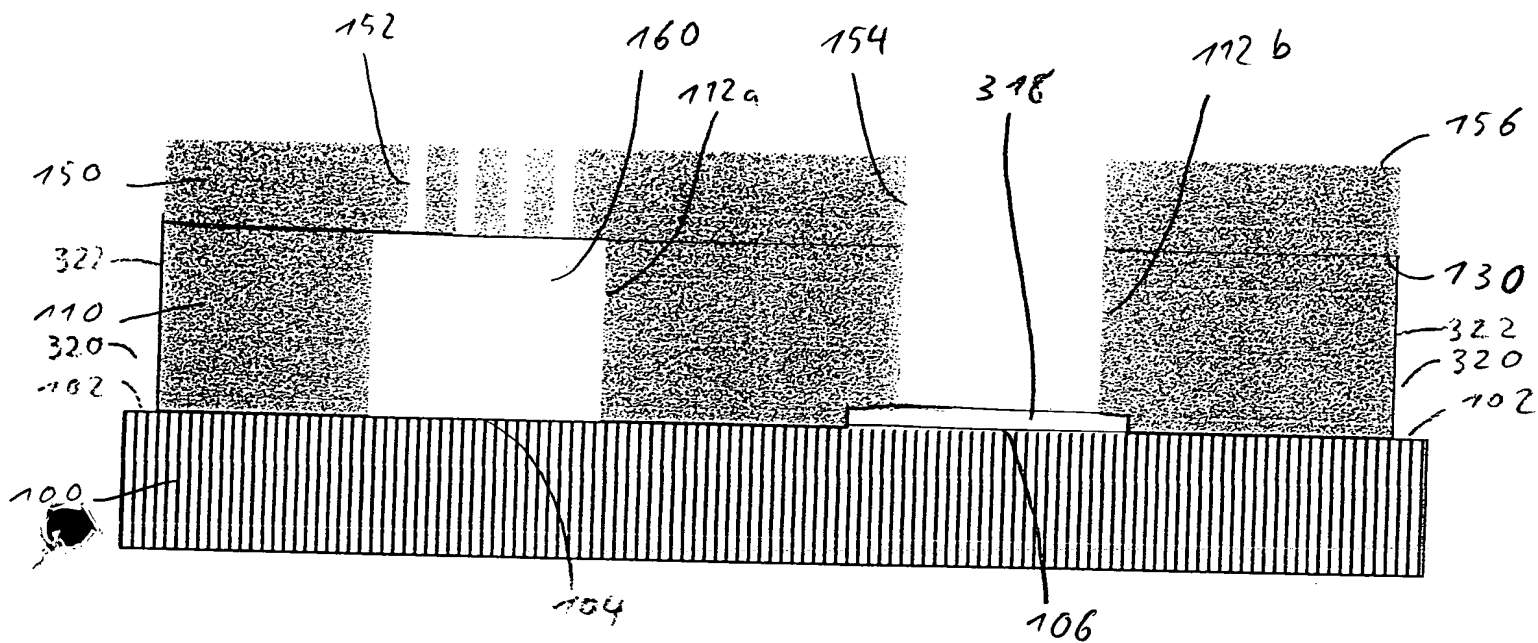
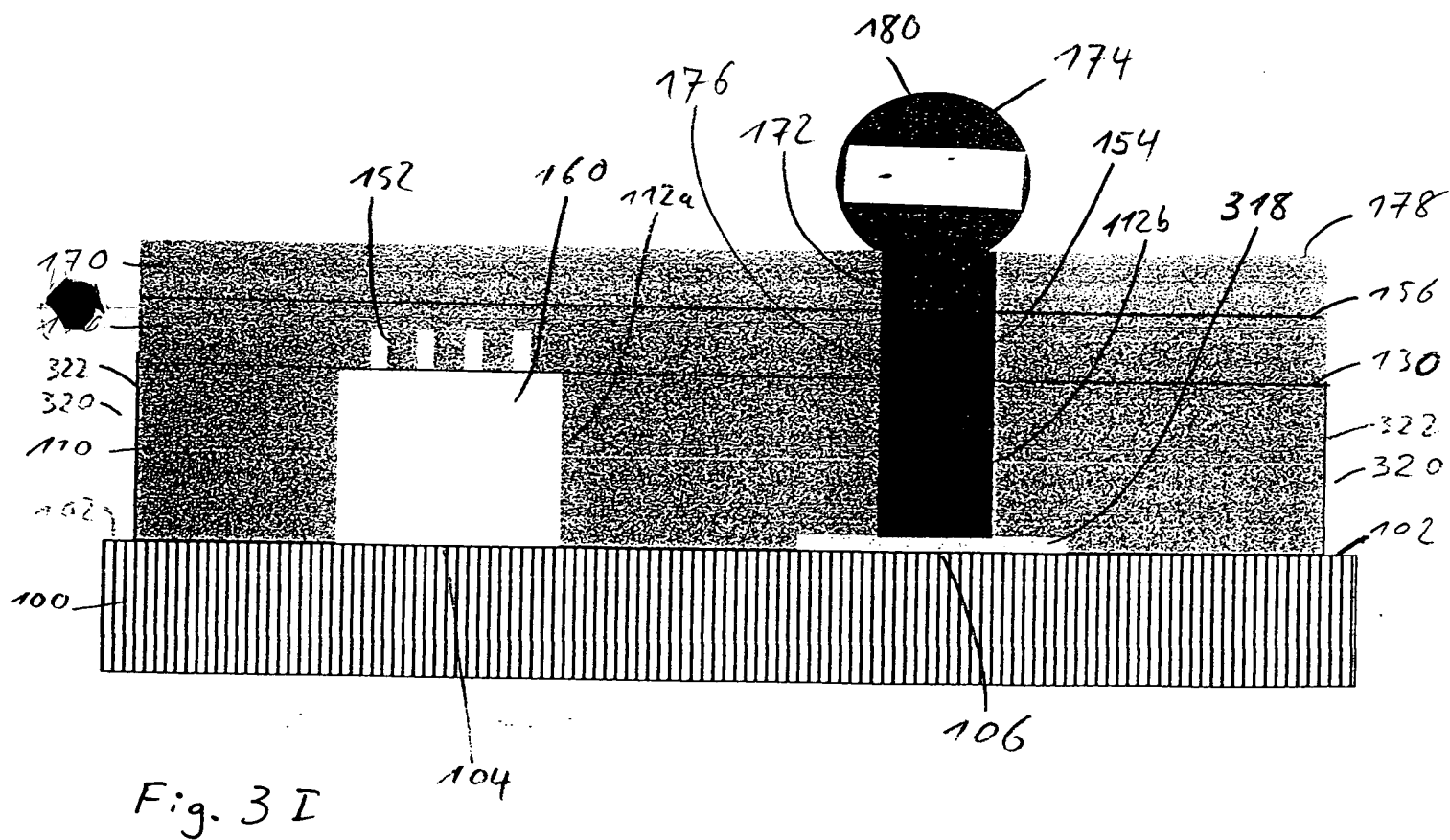
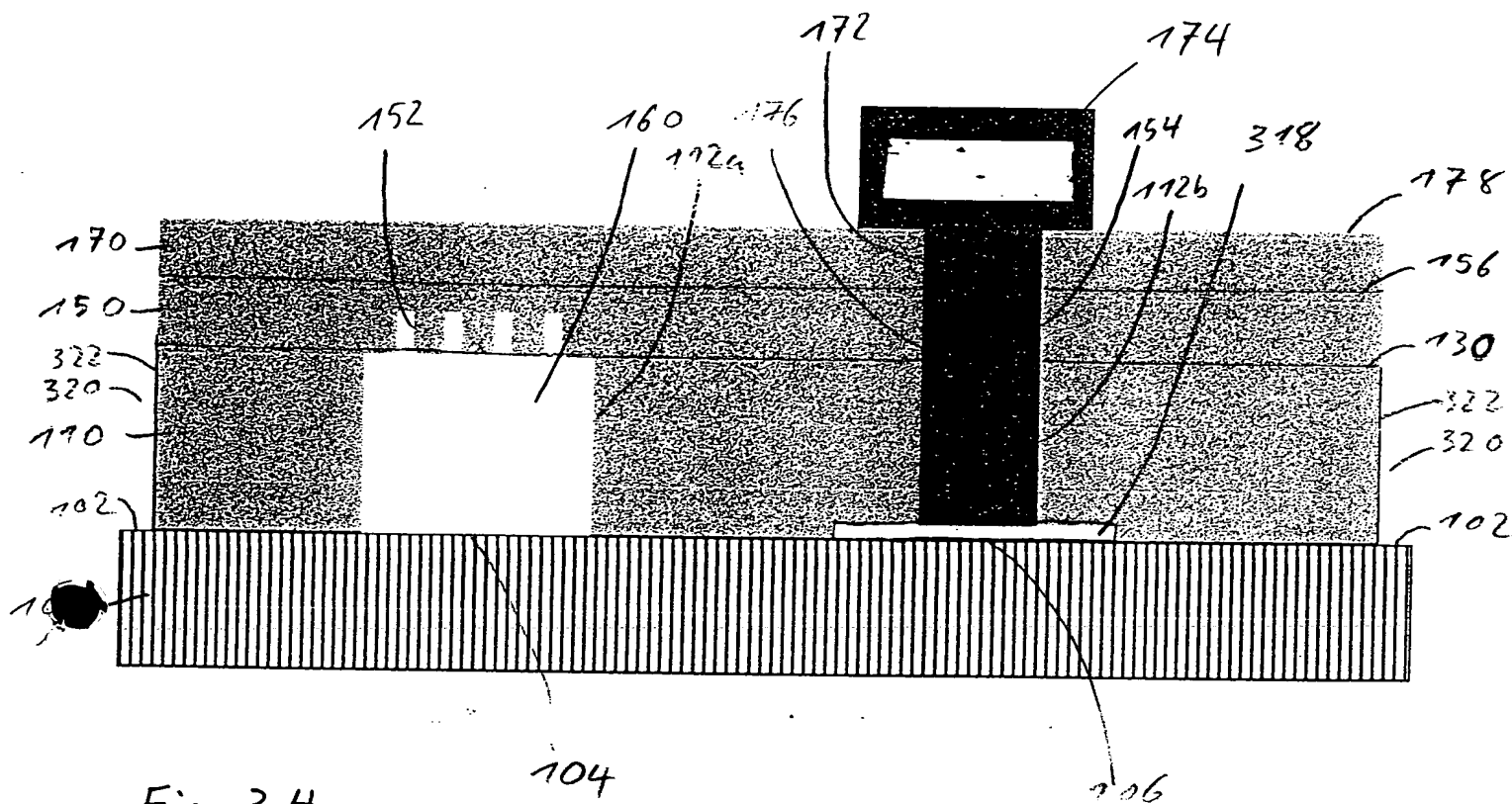


Fig. 3C







**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: _____**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.